



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS DE IV GAMA

Titulación: Ingeniero Industrial
Intensificación:
Alumno/a: Juan Francisco Del Amor Lajarín
Director/a/s: Ángel Molina García

Cartagena, 30 de Septiembre de 2013

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 OBJETO	3
1.3 DESARROLLO DEL PROYECTO. METODOLOGÍA	3
1.3.1 DESARROLLO DEL PROYECTO	4
1.3.2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO	6
1.4 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	7
 2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE POST-COSECHA DE IV GAMA	 8
2.1 CONCEPTO DE IV GAMA	8
2.2 COSECHA DE LA MATERIA PRIMA	9
2.3 SELECCIÓN Y LAVADO	9
2.4 PROCESAMIENTO	11
2.5 ENVASADO DE PRODUCTO	12
2.6 ANÁLISIS DE PRODUCTO FINAL	13
2.7 ALMACENAMIENTO A BAJAS TEMPERATURAS	13
2.8 CASO PRÁCTICO: LECHUGA ICEBERG	14
 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EXISTENTE.....	 15
3.1 COMPRESOR DE TORNILLO.....	15
3.2 CONDENSADOR EVAPORATIVO.....	18
3.3 SEPARADOR DE BAJA PRESIÓN.....	19
3.4 INTERCAMBIADOR DE PLACAS.....	21
3.5 TUBERÍAS Y SISTEMA DE BOMBEO.....	23
3.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	25
3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LAVADO.....	26
 4. SOLUCIÓN PROPUESTA.....	 29
4.1 PROBLEMÁTICA ASOCIADA	29
4.2 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES.....	29
4.2.1 APROVECHAMIENTO DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE	30
4.2.2 BAJO COSTE Y RETORNO TEMPRANO DE LA INVERSIÓN	30
4.2.3 RECOLECCIÓN DE DATOS REALES PARA TOMA DE DECISIÓN	31
4.2.4 FÁCIL INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE	31
4.2.5 FIABILIDAD TECNOLÓGICA	31
4.2.6 ROBUSTEZ Y AUTONOMÍA ANTE IMPREVISTOS	32
4.3 INSTALACIÓN PREVIA AL PROYECTO.....	33
4.4 SOLUCIÓN PROPUESTA.....	35
 5.1 SISTEMA HIDRÁULICO DE LA INSTALACIÓN.....	 39
5.1.1 INTERCAMBIADOR DE PLACAS	39

5.1.2 CONDUCCIONES HIDRÁULICAS	43
5.1.3 DISPOSITIVOS DE BOMBEO	46
5.2 SISTEMA ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN	61
5.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	61
5.2.2 INTENSIDAD ADMISIBLE DEL CIRCUITO (I_2)	62
5.2.3 FACTORES DETERMINANTES EN LA SECCIÓN DE CONDUCTOR	63
5.2.4 DISEÑO FINAL	65
5.3 SISTEMA DE CONTROL DE LA INSTALACIÓN	66
5.3.1 TOPOLOGÍA GLOBAL DEL SISTEMA DE CONTROL	66
5.3.10 CARACTERÍSTICAS DEL ROUTER INDUSTRIAL EWON COSY	92
5.3.11 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO EWON COSY 141	94
5.3.12 CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE ACCESO NANOSTATION LOCO M5	95
5.3.13 CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS NANOSTATION LOCO M5	96
5.3.14 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PARA TELEMANDO REMOTO DE LA INSTALACIÓN	99
5.3.15 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PARA OBTENCIÓN DE DATOS HISTÓRICOS DE LA INSTALACIÓN	101
5.3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN TOPOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL	67
5.3.3 CONEXIONES ELÉCTRICAS ASOCIADAS A LA INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN	70
5.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR SIEMENS S7-1200	77
5.3.5 PROGRAMACIÓN Y ESTRATEGIA DE CONTROL MEDIANTE SIMATIC S7-1200	79
5.3.6 CARACTERÍSTICAS DEL PANEL HMI SCHNEIDER MAGELIS STU855	82
5.3.7 CONFIGURACIÓN DEL PANEL HMI SCHNEIDER MAGELIS STU855	83
5.3.8 CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G 120	87
5.3.9 CONFIGURACIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G 120	89
6. IMPACTO ECONÓMICO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	103
6.1 PRESUPUESTO DE LA SOLUCIÓN	103
6.2 CÁLCULO DEL APOORTE ENERGÉTICO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	104
6.3 COSTES ENERGÉTICOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	106
6.4 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL APOORTE ENERGÉTICO, PERIODO DE RETORNO Y CONCLUSIONES	108
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	110
8. PRUEBAS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS	116
8.1 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD	116
8.2 PRUEBA DE DINÁMICA DEL SISTEMA	116
8.3 PRUEBA ELÉCTRICA DEL SISTEMA	117
8.4 PRUEBA DE REGULACIÓN Y CONTROL	117
8.5 PRUEBA DEL SISTEMA EN EL PUNTO DE DISEÑO	117
8.6 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	118

9. CONCLUSIONES 120

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética, lejos de ser un tema de actualidad es cuanto menos una necesidad absoluta. Así como en el pasado era un tema banal, en el presente la sostenibilidad energética se ha convertido en uno de los temas más mencionados tanto en los foros científicos como en la sociedad en general, pasando a ser objeto de una profunda reflexión y llevándose a cabo estudios de diverso tipo con la idea de mejorar los patrones actuales de consumo energético de nuestra sociedad, que de seguir así no harán más que conducir a esta a un futuro inviable energéticamente hablando.

En esta forma de entender la energía que puede sonar incluso apocalíptica, existen estudios de personal especializado que indican el sobrepasamiento de las curvas de explotación de pozos petrolíferos y del punto de máxima producción (Curva de Hubbert); esto si hablamos solamente de los combustibles fósiles y derivados que suponen el más amplio porcentaje de las fuentes de energía primaria utilizadas en el mundo.

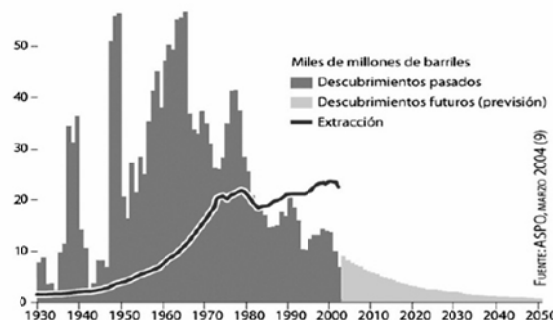


Figura 1. Curva de Hubbert. Fuente: Leonardo Energy 2008

Todo lo anterior está indicando la necesidad de replantear el abastecimiento de energía de nuestra sociedad a largo plazo, creando una necesidad cada vez más latente de desarrollar fuentes de energía renovable que permitan reducir la dependencia de nuestra sociedad de las energías primarias.

A pesar de todo lo anterior, las energías renovables se encuentran poco desarrolladas para el perfil actual de consumo energético de forma que aunque cada vez van ganando más presencia, todavía suponen una parte menor en el *mix de energía* consumida.

Por otro lado, la industria española es el principal consumidor de energía de forma que en los últimos años los costos de la misma se han convertido en un factor clave dentro de los presupuestos. La necesidad de disminuir o al menos conservar los costos energéticos acaba siendo una necesidad primordial que deben de asumir desde la más gerencia hasta los operarios.

Sin embargo y teniendo en cuenta la actual coyuntura socio-económica que está golpeando tanto a las empresas españolas como a la sociedad en general, y asumiendo que las tecnologías renovables no gozan de un grado de madurez tal que las haga competitivas frente a las energías primarias; existe una creciente demanda en un sector que anteriormente tenía poca presencia y que en la actualidad se hace imprescindible más que necesario como es el concepto de “Auditoría Energética”.

La Auditoría Energética consiste en un proceso *continuo* diseñado para establecer los niveles de consumo y trazar estrategias que permitan conservar y/o mejorar los niveles de producción de las industrias, disminuyendo o manteniendo los niveles de consumo de energía actuales.

La Auditoría Energética sigue la siguiente metodología:

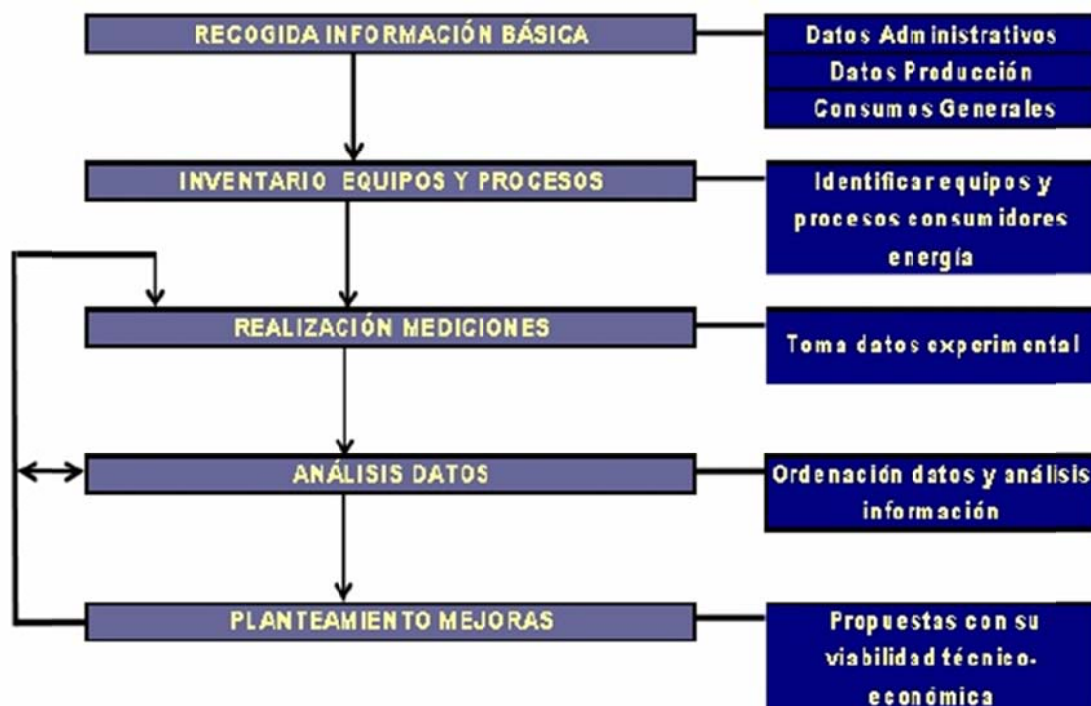


Figura 2. Metodología de la Auditoría Energética

1.1 ANTECEDENTES

En el apartado anterior, se han abordado conceptos genéricos acerca de la actualidad en cuanto a consumo energético se refiere, así como la necesidad de llevar a cabo medidas continuas de estudio energético de las instalaciones industriales. El Departamento de Tecnologías Energéticas de la empresa Ingeniería y Termodinámica del Sureste, SLL, dedicada al sector de la refrigeración industrial, tiene entre sus funciones desarrollar estudios energéticos de las instalaciones existentes con la clara idea de aportar innovadoras soluciones a la problemática del exceso de consumo

energético de las mismas. Para ello dispone de las tecnologías más actuales de en cuanto a dispositivos y de un desarrollo de software propio y adaptado a las necesidades de la propia instalación.

El proceso que desarrolla el presente proyecto pretende llevar a cabo una mejora de la eficiencia energética de la planta frigorífica de una empresa que desarrolla su actividad en el campo de los productos agroalimentarios de IV gama, por ello se considera conveniente llevar a cabo un estudio en profundidad del proceso y su implementación en campo que permitirá una gestión de la instalación con un grado de eficiencia no logrado hasta ahora.

1.2 OBJETO

El principal objeto del presente Proyecto Final de Carrera es el análisis, estudio y propuesta de solución para desarrollar un sistema de ahorro energético que permita reducir el consumo en una de las partes sensibles de las industrias agroalimentarias de IV gama, como es la instalación de refrigeración que supone un punto estratégico de la misma.

Con todo ello se pretende llevar a cabo un estudio que arroje la viabilidad de la instalación del sistema propuesto, para más tarde y si el resultado ha sido positivo implementar la solución que por último mostrará datos reales acerca del ahorro energético con la idea de abaratar costes que incluso pueden repercutir en el precio final del producto y por ende en los consumidores, logrando de esta manera una mejora en la competitividad y el posicionamiento de la empresa en los mercados tanto nacional como internacional.

Para el desarrollo del proyecto se llevará a cabo el estudio de una serie de puntos de los cuales se obtendrán soluciones de elección de producto final, de desarrollo de estrategias de control, etc. Logrando así la puesta en marcha del sistema final y, la implementación de las diferentes fases de prueba.

1.3 DESARROLLO DEL PROYECTO. METODOLOGÍA

En los puntos previos se establecieron unas fases de identificativas que actuarán como guía en el desarrollo del proyecto. Igualmente se estableció la duración orientativa de cada una de las fases, con el objetivo de crear un cronograma que seguir y poder comprobar a su vez la eficacia del trabajo realizado.

1.3.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

Las fases de desarrollo tomadas en cuenta y sus duraciones aproximadas fueron las siguientes:

➤ FASE 1

- Planteamiento de los datos de partida y las necesidades del proyecto
- Estudio de la instalación frigorífica existente que se pretende mejorar
- Estudio de los elementos aprovechables de la instalación de agua de vertido actual

➤ FASE 2

- Elección genérica de los diferentes dispositivos a utilizar en la instalación de intercambio de energía e instalaciones auxiliares
- Definición del sistema global a plantear
- Visita a las instalaciones in situ para conocer la ubicación y la disposición de elementos

➤ FASE 3

- Desarrollo de cálculos termo-económicos que permitan obtener una valoración positiva del sistema propuesto
- Estudio de los dispositivos energéticos de la instalación
- Estudio de los elementos auxiliares para el transporte del agua fría desde la zona de vertido hasta la fábrica
- Estudio de los elementos auxiliares de instrumentación y control para llevar a cabo la gestión energética de la instalación
- Elaboración de esquema de conexiones del circuito de agua
- Elaboración del esquema eléctrico de fuerza y control

➤ FASE 4

- Elección final de los dispositivos según los cálculos realizados
- Pedido de materiales de la instalación de intercambio energético
- Pedido de materiales de la instalación de bombeo de agua
- Pedido de materiales para la instrumentación y control del proceso

➤ FASE 5

- Determinación de la ubicación final de los equipos
- Montaje de los intercambiadores de placas agua-agua
- Montaje del sistema de filtrado, bombeo y conducción de agua
- Montaje e interconexión con elementos del armario de fuerza y control
- Montaje de los elementos de comunicación campo – fábrica

➤ FASE 6

- Prueba de presión de los intercambiadores
- Prueba de presión del circuito de agua y componentes auxiliares
- Pruebas y ajuste de parámetros de los elementos activos de regulación y control de proceso
- Estudio de problemáticas de conjunto de la instalación
- Solución de incidencias y puesta en marcha del sistema

➤ FASE 7

- Obtención y estudio de datos reales de proceso
- Conclusiones obtenidas y líneas futuras

1.3.2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

En la realidad parte de las fases expuestas anteriormente se han llevado a cabo en paralelo, de forma que el cumplimiento del cronograma establecido se ha ajustado con mayor o menor acierto según las fases, durando el total del proyecto unos tres meses desde su fase conceptual, hasta la instalación y puesta en marcha final.

El proceso de elaboración del proyecto ha resultado en algunos de sus puntos una tarea laboriosa en la que han intervenido tanto personal de la Universidad Politécnica de Cartagena, así como distinto personal de la empresa Ingeniería y Termodinámica del Sureste cuyas aportaciones al mismo han resultado esenciales, lo que es digno de agradecimiento y valoración.

Con el objetivo marcado de tomar ideas acerca de las potenciales aplicaciones de recuperación de energía en los procesos de las empresas dedicadas a industria agroalimentaria de IV gama, se han realizado visitas a varias instalaciones de este tipo. Dichas visitas contó con personal de la empresa instaladora/mantenedora frigorista, así como personal propio de la fábrica que aportaron distintos puntos de vista, ideas nuevas y potenciales incidencias a la hora de la implementación del sistema, suponiendo así un apoyo esencial en la elaboración del presente proyecto.

La idea general en torno a la que gira el proyecto nace tanto de la actual situación socio-económica, que hace de las empresas agroalimentarias un pilar estratégico que ayuda a sostener dicha situación, como de la necesidad de mejora tecnológica de las mismas. Por todo ello se ha llevado a cabo una intensa labor de I+d que se ha centrado en la casi nula existencia de sistemas capaces de aprovechar los excedentes energéticos. Dichos sistemas hasta ahora no tenían la más mínima importancia, pero que en la actualidad y debido tanto a razones técnico-económicas como a razones medioambientales han resultado ser esenciales. Por todo ello se ha desarrollado una importante labor que ha arrojado como resultado la concepción de un sistema de recuperación energética de los hasta ahora considerados excedentes de proceso. Otro punto no menos importante y que cobra gran presencia en el proyecto ha sido la automatización y control del proceso que utiliza las técnicas más novedosas y los elementos tecnológicamente más desarrollados para aportar una solución a la necesidad de autonomía del sistema propuesto.

También es importante destacar que durante el desarrollo del proyecto se han llevado a cabo reuniones periódicas (semanales/quincenales) con los diferentes agentes que intervienen en el proceso, en dichas reuniones se han desarrollado ideas de diseño, resolución de problemas e incidencias

aparecidos en la fase de desarrollo y seguimiento de las diferentes fases para el cumplimiento de plazos.

Con todos los conocimientos y datos que has surgido en las diferentes visitas, reuniones y en el propio proceso de investigación, estudio, diseño y pruebas se ha desarrollado el proyecto, en lo que ha supuesto una notable evolución en los aspectos abarcados por el proyecto. El resultado final confirma que el desarrollo diario del proyecto ha resultado lo suficientemente satisfactorio como para haber alcanzado los fines propuestos inicialmente, en los plazos de tiempo establecidos.

1.4 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Con la idea de que la lectura de esta memoria reproduzca fielmente el proceso de desarrollo que se ha llevado a cabo en la realidad, se seguirá una estructura que sin entrar en conflicto con la estructura básica de redacto de una proyecto, se adecue a las fases llevadas a cabo en el desarrollo que se ha expuesto en los puntos anteriores. Aun con esto, existen situaciones descritas que pueden necesitar de aclaración, en estos supuesto se emplaza al lector con alusiones a otros capítulos o anexos, para que de esta forma pueda completarse su comprensión en cada instante.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE POST-COSECHA DE IV GAMA

Para conocer las motivaciones y las premisas que conducen al planteamiento de posibles soluciones de ahorro energético en las instalaciones de IV gama se hace necesario una breve introducción a esta tecnología de post-cosecha de productos agroalimentarios.

2.1 CONCEPTO DE IV GAMA

El concepto de *cuarta gama* puede expresarse como el procesado de frutas u hortalizas frescas, limpias, troceadas y envasadas para su consumo. De esta forma el producto mantiene sus propiedades frescas y naturales, con la notable diferencia de que se encuentra procesado, lavado, troceado y envasado. Estos productos tienen un periodo de caducidad corto, entre 7 y 10 días.

El procesado de los productos de IV gama se lleva a cabo en salas climatizadas para el proceso, también conocidas como *salas blancas* por sus altos requerimientos de limpieza y desinfección.

Los productos de IV gama se caracteriza por envasar los alimentos hortícolas en bandejas o bolsas, donde se mezclan o no diferentes productos, todo ello orientado siempre a la comodidad del consumidor.

En España los productos de IV gama se introdujeron en los años 80 en Navarra, aunque paulatinamente, han ido tomando importancia debido al aumento de la esperanza de vida, y a los hábitos de consumo de alimentos. En la actualidad son productos muy demandados ya que ofrecen la comodidad, el ahorro de tiempo y una alternativa muy saludable.

Los pioneros en la demanda de productos de IV gama fueron los supermercados, restaurantes y el sector hostelero, aunque cada vez más va tomando importancia el consumidor de a pie. De hecho se ha demostrado la disminución de los tiempos de procesado y elaboración de productos hosteleros en general sin disminuir apenas la calidad del producto final.

El caso concreto que nos ocupa es el de una de las empresas más importantes a nivel nacional de productos de IV gama con una superficie de cultivo mayor a las 2.000 hectáreas, y cuyos productos principales de

son: ensaladas, lechuga iceberg, cogollos, tomate cherry, sandía, rábano, espárrago, cebolla, ajo y apio.

Los productos de IV gama sufren una serie de procesos desde su recolección hasta su puesta a disposición del consumidor. Estos procesos son los siguientes:

- Cosecha de la materia prima en campo
- Selección y limpiado
- Procesamiento
- Envasado en bandejas, bolsas o tarrinas
- Etiquetado
- Almacenamiento a bajas temperaturas
- Venta y distribución

Los vegetales son recolectados una vez que alcancen su estado óptimo de madurez o con el grado de madurez que exija el fabricante. Una vez se ha recolectado el producto se preenfria para que no pierda su calidad. La fase de limpieza se realiza con agua clorada para disminuir el ataque microbiano y posteriormente se cortan en la zona de procesado. Por último se envasan en diferentes recipientes, bandejas de atmósfera modificada, bolsas de plástico, etc. Para terminar el producto se mantiene a baja temperatura para evitar la proliferación de microorganismos antes de ser puestos en el mercado.

2.2 COSECHA DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima se recolecta cuando se alcanzan las condiciones óptimas de madurez que permite obtener un producto atractivo y de alta calidad para su distribución en el mercado. La recolección puede ser manual o mecánica, en ambos casos se debe poner especial cuidado de no dañar el producto.

2.3 SELECCIÓN Y LAVADO

El proceso de manipulación del producto debe realizarse de forma cuidadosa para evitar posibles daños, tras esto se debe transportar el producto a la fábrica de forma rápida para evitar la contaminación del mismo.

Por su parte el proceso de lavado consiste en eliminar la suciedad del producto como tierra, mohos, bacterias, etc; evitando así la contaminación del producto en todas las etapas desde su recolección hasta su consumo. En el caso que nos ocupa como es el de lechuga y hortaliza de hoja en general necesitan complejos sistemas de lavado,

mientras que otras como la zanahoria o el puerro pueden lavarse mediante el uso de túneles de lavado rotativos de malla.

El lavado y la desinfección de los productos de IV gama se realiza con agua fría, en torno a 3-4°C, utilizándose de 8 a 10 litros de agua por cada kg de producto procesado aproximadamente. Además, el agua de proceso se ve sometida a diversos controles periódicos por parte del control de calidad, conociendo de esta forma su validez para el cometido de lavado. Dicha agua en el caso de la lechuga suele contener al menos una concentración entre 100 y 150 ppm de hipoclorito sódico que actúa como biocida, en la siguiente figura se muestran algunos de los higienizantes más utilizados en la industria de productos de IV gama clasificados por producto

Higienizante	Nombre comercial	Producto IV gama	Dosis=Concentración x tiempo	Tª lavado	Reducción microflora	Cita
Ácido láctico	Purac	Endibia	2% x 1.5 min	22 °C	RT: 1.6 log	2
Hipoclorito de sodio		Lechuga	100 mg/L - 30s, 2 y 5 min.	4° C	E. coli 0157:H7: 2.2-2.4 log	3
Hipoclorito de sodio		Brócoli	50 mg/L x 30s, 2 y 5 min.	4° C	E. coli 0157:H7: 1.9-2.6 log	3
Clorito de sodio	Sanova	Col china	500 mg/L x 15 min.	25° C	E. coli 0157:H7:c 0.9 log	4
Dióxido de cloro estabilizado	Oxine	Lechuga	5 min/	22° C Tres lavados consecutivos	E. coli 0157:H7 (Lavados 1,2 y 3): 1.2, 1.7 y 1.84	5
Ácido peroxiacético	Tsunami	Zanahoria	80 mg/L x 2 min.	25° C	E. coli 0157:H7: 1.65 log RT: 1.3 log. Hongos filamentosos: 0.35-0.92 log.	6
Peróxido de hidrógeno		Cantaloupe	5% x 2 min.	25° C	Salmonella: 1.8 log	7
Ozono en agua		Patata bastones	4 ppm x 3 - 7 min.	8° C Segundo lavado: 300 mg/L Tsunami	RT: 0 log (día 0); 1.14 (día 5); 0.75 (día 14) Psicrotrofos: 0.6 log (día 0); 1.14 (día 5) Bacterias anaerobias: 0 (día 0); 1.2 (día 14) Bacterias ácido lácticas: 0 (día 0); 3.29 (día 14) Coliformes: 0 (day 0); 3 (day 14)	8
UV-C		Lechuga	30 W x 15 min.	A 50 cm. por ambos lados	E. coli 0157:H7: 1-1.5 log.	5

RT: Recuento total de aerobios mesófilos

Tabla 1. Higienizantes utilizados en la industria de productos de IV gama

Este proceso de lavado es el que centrará nuestra atención, pues cobra gran importancia para el proyecto tras la creencia de las potenciales posibilidades del aprovechamiento energético del agua de lavado vertida tras su utilización para la limpieza de los productos de IV gama.

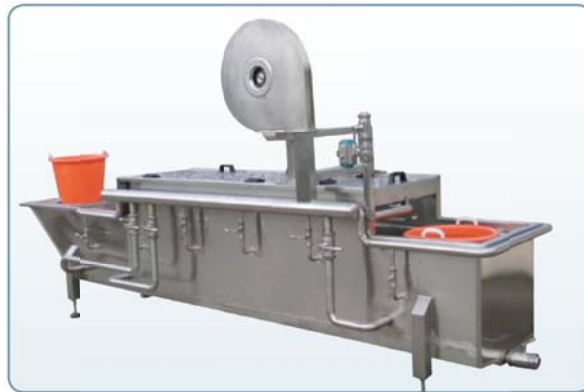


Figura 3. Lavadora de productos de IV gama con dosificación de higienizantes

Por último y para continuar el proceso se lleva a cabo el secado de producto eliminando el exceso de humedad que aporta la etapa de lavado evitando así la aparición de microorganismos que puedan llegar a dañar el producto final, la etapa de secado se realiza en túneles de secado donde se inducen corrientes de aire a una temperatura controlada de forma que se extrae el agua contenida en las hojas y resto de partes del producto sin llegar a secar el producto en sí, que tras esta etapa conserva intactas propiedades tales como su frescura y sabor.



Figura 4. Túnel de secado continuo de productos de IV gama

2.4 PROCESAMIENTO

El procesamiento de los productos de IV gama puede contener más o menos etapas en función del tipo de producto final, en el caso de las ensaladas el principal proceso que se lleva a cabo es el cortado de los componentes que forman la misma. Dicho proceso de cortado se expone en los siguientes párrafos.

El cortado del producto de IV gama es una etapa de vital importancia, normalmente suele realizarse según el tipo de producto en forma de

cubos, rodajas, segmentos, tiras, etc. El corte se debe realizar de forma rápida y en un solo golpe, evitando que se golpee el producto y causando con esto una mala presentación del mismo. El intenso desarrollo en las máquinas cortadoras permite una tasa de producto de 12.000 kg/hora con una precisión de corte más que aceptable.



Figura 5. Cortadora de producto procesado de IV gama

2.5 ENVASADO DE PRODUCTO

La venta de productos de IV gama se lleva a cabo en envases tales como bolsas, bandejas recubiertas con film, tarrinas, etc. El envasado se realiza mediante atmósfera modificada, de forma que se disminuye la concentración de oxígeno en aire y se evita así la oxidación del producto.

El envasado en atmósfera modificada de productos hortofrutícolas es una proceso en el que el envase interactúa con el producto, de forma que se llega a un equilibrio en la atmósfera interna que permite reducir la velocidad de respiración del producto, la pérdida de humedad por transpiración e incrementa la fase de latencia en el desarrollo microbiano.

En el caso de las ensaladas, el envasado se realiza en bolsas flexibles debido a su práctico uso y su bajo coste. Las condiciones mínimas de estos envases se exponen a continuación:

- Resistencia de temperatura hasta 120°C
- Cierre aséptico
- Impermeabilidad al oxígeno, humedad y microorganismos
- Buena predisposición para termosellado

Como ya se ha comentado, los envases en general deben evitar las pérdidas de humedad y de vitaminas y minerales de los productos envasados.

2.6 ANÁLISIS DE PRODUCTO FINAL

A la hora de poner el producto a disposición del cliente se debe realizar un análisis del estado sanitario del producto, en el caso de las ensaladas de IV gama se deben manipular con cuidado debido a que presentan cierta cantidad de agua y no reciben un tratamiento térmico para desactivar los microorganismos causantes de la toxicidad alimentaria, ya que este sería incompatible con la frescura del producto. Por todo ello, se debe manipular correctamente empleando las medidas higiénicas que se encuentren a la mano y manteniendo la cadena de frío constante para el producto.

Para el consumo de las ensaladas de IV gama, se debe tener en cuenta la fecha de caducidad que aparece en el etiquetado, ya que vencida esta fecha las ensaladas envasadas pierden sus propiedades y son más propensas al incremento de ataques de microorganismos infecciosos que las deterioran. El patógeno *Listeria* es el que más interviene y ataca a personas más inmunodeprimidas como niños, enfermos o ancianos.

La *listeria* puede encontrarse en los vegetales o simplemente incorporarse cuando se realizó su procesado en la planta de IV gama, para evitar su ataque debe existir una alta calidad e higiene de la materia prima y que no se interrumpa la cadena de frío. Una cadena de frío constante es clave para impedir el crecimiento de la *listeria* en el producto.

2.7 ALMACENAMIENTO A BAJAS TEMPERATURAS

La última fase del proceso productivo de IV gama antes de poner el producto a disposición del cliente es la refrigeración de los mismos, para ello se controla la temperatura ambiental dependiendo de lo que exija cada producto. Por lo general la refrigeración de los productos se lleva a cabo en un rango de entre 2 y 5 °C, permitiendo a dichos productos prolongar su vida durante un tiempo mayor que en condiciones normales.

2.8 CASO PRÁCTICO: LECHUGA ICEBERG

En este apartado se va a exponer un diagrama del tratamiento de la lechuga iceberg en las plantas de IV gama, en él puede observarse desde la etapa de procesado, hasta la higienización y envasado.



Figura 6. Diagrama de tratamiento de la lechuga iceberg en plantas de IV gama

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EXISTENTE

En el presente apartado se va a presentar el sistema de refrigeración existente en la factoría de procesamiento y almacenamiento de productos de IV gama, la intención es tener una visión global del sistema, que permita vislumbrar los efectos que el ahorro energético de una parte de la instalación produce en todo el sistema.

Para ello se mostrarán los diferentes componentes de la instalación frigorífica existente por separado, para más tarde hacer un esquemático del conjunto y por último un análisis más profundo del sistema de lavado del proceso de IV gama que es en el que realmente se centra el presente proyecto.

3.1 COMPRESOR DE TORNILLO

El compresor de tornillo o compresor helicoidal es una máquina de desplazamiento positivo rotativa e inundada de aceite con capacidad controlada. La compresión del gas refrigerante se lleva a cabo mediante la unión de dos rotores helicoidales de ejes paralelos alojados en una misma carcasa.

El proceso de compresión del gas se realiza de forma continua. Los dos rotores denominados primario y secundario, van montados por cojinetes en ambos extremos de forma que se asegura la posición exacta en el interior de la cámara de compresión.

El rotor primario, se acciona mediante el motor eléctrico girando a la misma velocidad que este, sin embargo el secundario gira mediante una serie de rodamientos accionados por el primario de forma que dicho giro se produce a menor velocidad y en sentido contrario.

Entre los rotores existe una separación mínima de forma que al girar dentro de la cámara de compresión y debido a la pequeña separación, se producen espacios por los que penetra el gas refrigerante, dicha zona inicial es la aspiración de los tornillos. Con el giro, la zona de aspiración va disminuyendo y provoca la compresión del fluido hacia el extremo opuesto del rotor donde se produce la descarga del gas a alta presión.

Este tipo de compresores presentan una mejor regulación frente a cargas variables que los compresores alternativos, por todo ello y por las amplias necesidades frigoríficas de una instalación como la que nos ocupa se hace viable la instalación de este tipo de compresores para dar servicio al sistema.

A continuación se muestra una tabla donde se puede observar las etapas de compresión del gas refrigerante en un compresor de tornillo.

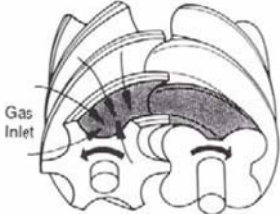
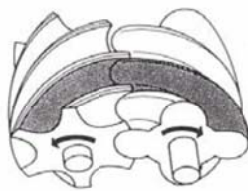
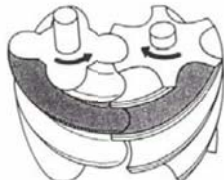
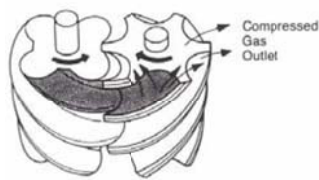
1. El gas es inyectado y llena el espacio entre los lóbulos de la parte de arriba de los rotores.	2. Cuando los rotores se mueven, el espacio interlobal se mueve cerrando la entrada del gas, y sellando el espacio. Vista desde la parte de arriba de los rotores de la entrada:
	
3. La rotación progresiva reduce el espacio ocupado por el gas, provocando la compresión. Vista desde la parte de abajo de los rotores, en la salida:	4. Cuando el espacio interlobal se abre a la salida, el gas escapa. Vista desde la parte de abajo de los rotores, en la salida:
	

Tabla 2. Etapas de compresión en compresores de tornillo para refrigeración

En última instancia queda comentar la importancia de la lubricación en los compresores de tornillo, esto es una parte esencial, pues el rozamiento en estos dispositivos es mayor que en cualquier otro comparable en prestaciones.

Los compresores de tornillo llevan grandes separadores de aceite que permiten inyectarlo mediante bomba a lo largo del rotor obteniendo de esta forma una correcta lubricación y sellado que facilitan la compresión del fluido frigorígeno.

Como consecuencia de las altas temperaturas a las que se somete al aceite, a la salida del separador y antes de retornar al compresor, se utiliza el propio refrigerante para enfriar el mismo.

Los factores que determinan la necesidad de enfriamiento del aceite parte de las condiciones de trabajo tales como la temperatura de condensación, la temperatura de evaporación y/o la temperatura de descarga.

Como se ha comentado es de vital importancia controlar la temperatura del aceite para evitar una bajada de rendimiento en las prestaciones del compresor, para ello se han de seguir las instrucciones del fabricante a este respecto.

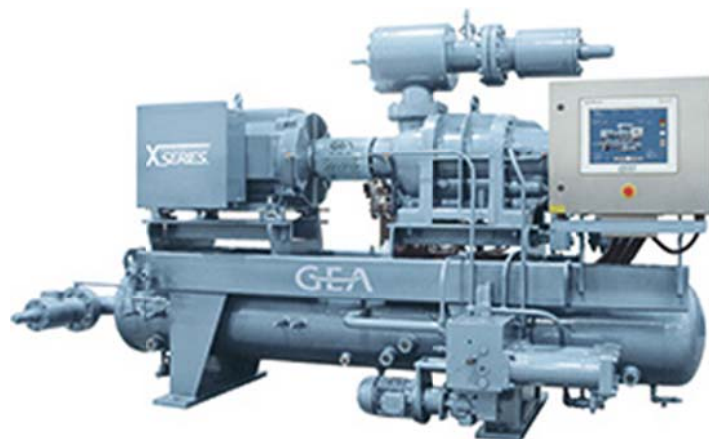
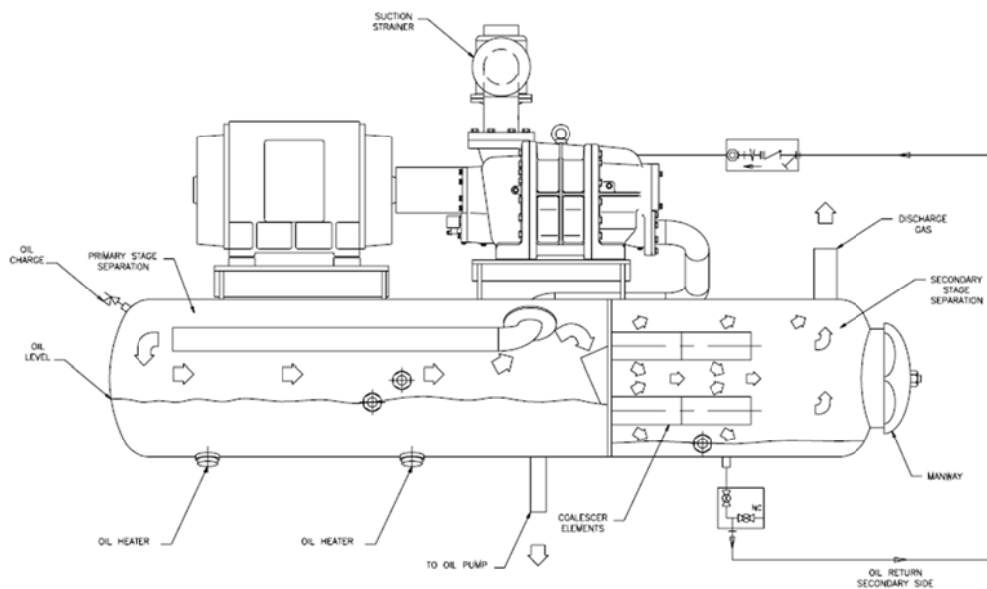


Figura 7. Compresor de Tornillo de la instalación

Para el caso concreto que nos ocupa, la instalación frigorífica consta de tres compresores de tornillo con las siguientes características:

Tipo:	Tornillo
Marca:	FES-400GL
Motor eléctrico:	450 CV
Potencia absorbida:	296.497,00 kW _{eléctricos}
Potencia frigorífica:	1.065,15 kW _{térmicos}
Régimen de trabajo:	-10°C/+35°C
Desplazamiento volumétrico:	1.526,711 m ³ /h

Las unidades compresoras van equipadas con doble válvula de seguridad, separador-accumulador de aceite, enfriador de aceite mediante termosifón, cuadro de control, programa de control y comunicaciones para funcionamiento maestro-esclavo, presostatos de alta/baja presión y válvulas de servicio. Los compresores se ubican en la sala de máquinas sobre a una bancada de hormigón que impide transmitir las vibraciones a la estructura circundante.

3.2 CONDENSADOR EVAPORATIVO

El condensador evaporativo es el dispositivo encargado de disminuir la temperatura del refrigerante a la salida del compresor para que se produzca la licuefacción del mismo, por el tamaño de la instalación se estima más eficiente la instalación de dos condensadores evaporativos antes que la opción de condensadores por aire, que supone al menos un 15 % más de gasto energético.

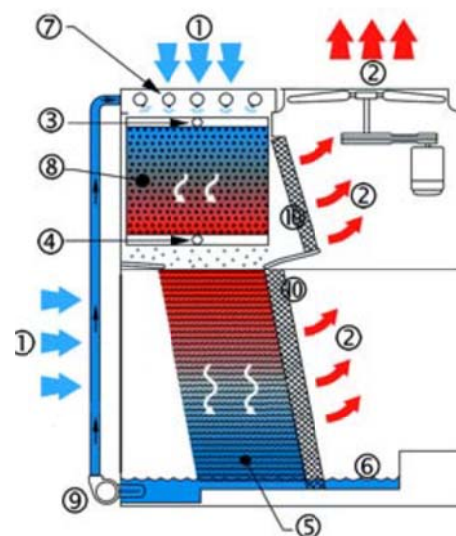


Figura 8. Condensador evaporativo para una instalación de refrigeración

El principio de funcionamiento del condensador evaporativo es hacer circular el refrigerante a través de una batería de condensación que se humedece mediante unas boquillas aspersoras de agua recirculada mediante bomba, de la balsa a la parte superior del condensador, a su vez una corriente de aire se fuerza a través de la batería causando la evaporación de parte del agua, y por consiguiente la eliminación del calor de la batería haciendo que el refrigerante condense.

En la instalación que nos ocupa, existen dos condensadores evaporativos con las siguientes características técnicas:

Marca:	Baltimore
Modelo:	CXV-481
Potencia:	1900 Kw _{termicos}
Temperatura Bulbo seco:	35°C
Temperatura Bulbo húmedo:	26°C
Nº Ventiladores:	2(11+22kW)
Bomba de recirculación:	1 x 5,5 kW

Su instalación se ha ubicado en la cubierta de la sala de máquinas y se ha añadido un sistema de dosificación de cloro + biocida para el tratamiento contra la *legionella* al que obliga la legislación vigente.

3.3 SEPARADOR DE BAJA PRESIÓN

El separador de líquido de una instalación refrigerada por amoníaco se ocupa de mantener el nivel de líquido constante mediante los dispositivos de control de los que dispone. El líquido que se acumula en ellos se bombea a los dispositivos de evaporación donde el refrigerante cambia de estado líquido a gas transmitiendo su energía frigorífica al ambiente o en el caso que nos ocupa a un fluido secundario.

La idea primordial es mantener inundado y recirculando permanentemente el intercambiador donde se transmite la energía del fluido primario (amoníaco) al fluido secundario (agua glicolada), aumentando así la eficiencia del mismo.

La mezcla de refrigerante en fase líquida y vapor que retorna de los intercambiadores se devuelve al separador donde el líquido precipita en la parte baja del mismo, mientras que el gas sale por la parte alta del citado separador con dirección a los compresores cerrando el ciclo frigorífico.

Algunas de las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Se protege al compresor ante posibles golpes de líquido
- Se sobrealimenta de líquido a los intercambiadores / evaporadores lo que produce un aumento en los coeficientes de transmisión y por tanto del rendimiento de los mismos.
- Se favorece el retorno de aceite hacia el separador mediante el exceso de líquido, dicho aceite se drena previa acumulación en un domo disponible en el propio separador.



Figura 9. Separador de aspiración de amoníaco con bomba doble

En el caso que nos ocupa se pretende mantener un nivel de amoníaco de un 30% de la capacidad total del recipiente, funcionando a la presión de baja del sistema asegurando que los intercambiadores de placas se mantengan inundados de amoníaco en todo momento. El propio separador constará de un depósito horizontal de acero diseñado para una potencia térmica nominal de 1.860,8 kW para un salto térmico de -10°C/+35°C. La presión de diseño del separador es de 21 bar con unas dimensiones de $\varnothing=1.300$ mm y una longitud de 4.600 mm lo que ofrece una capacidad de 6.000 litros.

El depósito se encontrará aislado mediante espuma de poliuretano de 80 mm de espesor con acabado exterior en chapa de aluminio, y dispondrá de elementos de seccionamiento en las conexiones, control de nivel electrónico, doble válvula de seguridad y medida visual de nivel mediante tubo de acero inoxidable sin calorifugar.

3.4 INTERCAMBIADOR DE PLACAS

El intercambiador de placas consiste en un bastidor con placas recambiables y juntas de estanqueidad de caucho, sin elementos de soldadura. Las placas están preformadas de acuerdo a un diseño de corrugación que facilita el intercambio térmico entre los fluidos primario y secundario.

La transmisión de calor es necesaria en los procesos industriales como el de refrigeración de productos perecederos, mediante dicha transmisión se consiguen ahorros de costes energéticos, o simplemente trabajar con fluidos de mayor seguridad como es el caso que nos ocupa. En los intercambiadores, el fluido secundario se calienta o enfría para aprovechar la energía del fluido primario.

Los intercambiadores de placas consisten en un conjunto de placas preformadas con canales en disposición paralela por donde circulan los fluidos. Estas placas se montan en un bastidor y dos placas de acero que se compactan mediante cuatro espárragos de apriete. Cada placa dispone de cuatro aberturas correspondientes a la entrada y salida de los fluidos primario y secundario, de forma que los fluidos circulan en paralelo, mientras que uno circula por las placas pares, el otro lo hace por las impares sin llegar a mezclarse nunca, pero llevando a cabo el intercambio térmico entre ellos.

Las placas están separadas por juntas de estanqueidad, facilitando el mantenimiento de las mismas. También pueden verse intercambiadores con placas soldadas, de hecho son más eficientes, pero no se les puede realizar mantenimiento por lo que pueden resultar peores a la larga.

En el caso de la instalación frigorífica existente, se utiliza un circuito de amoníaco (primario) que se alberga íntegro en la sala de máquinas de la instalación, este fluido transmite su energía frigorífica a un fluido secundario denominado glicol o agua glicolada, altamente transmisor de la energía térmica. El principal escollo por el que se lleva a cabo el intercambio térmico entre estos fluidos es el de la seguridad, ya que de esta manera el amoníaco que resulta un refrigerante altamente tóxico y que puede llegar a causar la muerte no penetra en las instalaciones de trabajo y demás locales ocupados por personas, en vez de esto transmite su energía térmica al agua glicolada (mezcla de agua y anticongelante) haciendo que esta alcance temperaturas de unos -8°C a -6°C y que es bombeada desde la sala de máquinas hacia todos los servicios de la instalación.

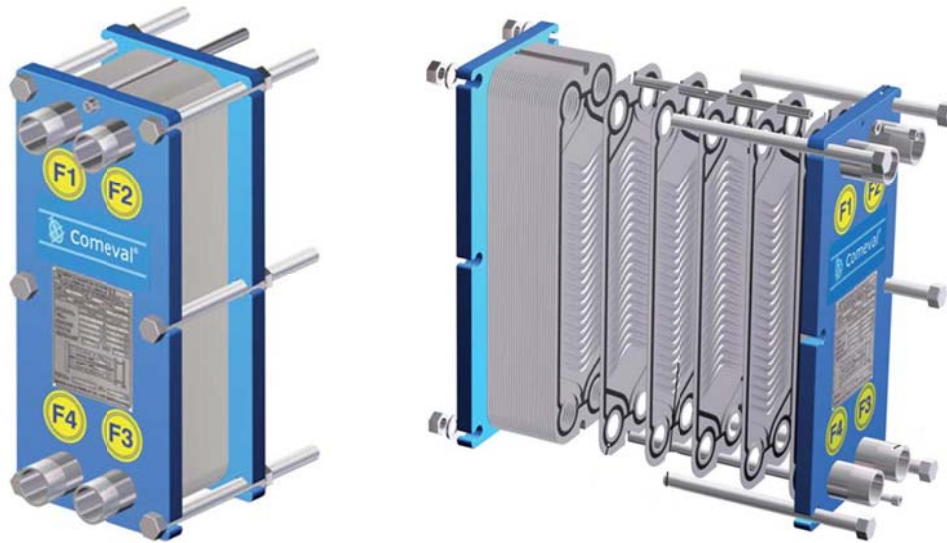


Figura 10. Intercambiador de calor de placas

En la instalación a la que se hace referencia en el presente proyecto, se observan tres intercambiadores de placas que a continuación se especifican:

INTERCAMBIADOR Nº 1: Destinado al enfriamiento de agua glicolada para los climatizadores de la nave donde se albergan las cámaras de conservación y las salas blancas.

Tipo:	Placa Soldada
Potencia térmica:	929,77 Kw _{termicos}
Primario:	Amoniaco @ -15°C
Secundario:	Agua glicolada @ -5°C/-10°C
Área de intercambio:	80,7 m ²
Número de placas:	310
Material:	AISI-316L
Conexiones:	DIN, AISI-316
Diámetro conexiones:	DN 150
Presión de diseño:	25 bar
Presión de prueba:	32 bar

INTERCAMBIADOR Nº 2: Destinado al enfriamiento de agua glicolada para los climatizadores de la nave donde se albergan las cámaras de conservación y las salas blancas.

Tipo:	Placa Soldada
Potencia térmica:	929,77 Kw _{termicos}
Primario:	Amoniaco @ -15°C
Secundario:	Agua glicolada @ -5°C/-10°C
Área de intercambio:	80,7 m ²
Número de placas:	310
Material:	AISI-316L
Conexiones:	DIN, AISI-316
Diámetro conexiones:	DN 150
Presión de diseño:	25 bar
Presión de prueba:	32 bar

INTERCAMBIADOR Nº 3: Destinado a la producción de agua fría para las lavadoras de proceso a una temperatura de 4°C, las características del mismo son las siguientes:

Tipo:	Junta de caucho
Potencia térmica:	929,77 Kw _{termicos}
Primario:	Agua glicolada @ -2°C/+3°C
Secundario:	Agua de red @ +10°C/+5°C
Material:	AISI-316L
Conexiones:	DIN, AISI-316
Diámetro conexiones:	DN 150
Presión de diseño:	30 bar

En el objetivo final del proyecto se ha de proponer el ahorro energético aprovechando la energía térmica contenida en el agua saliente del proceso de lavado de las hortalizas, por tanto será el intercambiador nº 3 el que realmente es de importancia para el proyecto ya que es donde se trasfiere al agua de red con la que se produce el proceso de lavado, la energía suficiente para alcanzar la temperatura de lavado.

3.5 TUBERÍAS Y SISTEMA DE BOMBEO

Para la interconexión de los elementos que contienen amoniaco como refrigerante se utilizarán tuberías de acero al carbono sin soldadura DIN 2440, ensambladas mediante uniones soldadas y que discurrirán sin aislamiento en el sector de alta presión, y aisladas con 32 mm de espuma técnica Armaflex® y acabado exterior en chapa de aluminio para el sector de baja presión. En el caso de las tuberías de agua glicolada que discurren en el interior de la nave, estarán fabricadas en

acero al carbono DIN 2440 con soldadura, aislándose en todo su recorrido con 32 mm de espuma técnica Armaflex®, y acabado en chapa de aluminio solamente en los tramos que discurren por la sala de máquinas.

Para la impulsión de agua a los climatizadores, se dispondrá de las oportunas electrobombas horizontales ubicadas sobre una bancada en la sala de máquinas, el régimen de trabajo de las bombas es de 2.900 rpm para un caudal de 175 m³/h, dichas bombas están dotadas con las oportunas llaves de corte, retención, variador de frecuencia de trabajo para una regulación del proceso más eficiente, así como filtros y manguitos anti vibratorios flexibles. Para el caso del proceso de secado, el agua glicolada se enviará mediante una electrobomba centrífuga horizontal sobre una bancada, cuyo régimen de trabajo es de 1.465 rpm para un caudal de 180 m³/h, el motor de 30 kW (IP55) transmitirá el movimiento. Esta bomba se ubicará en el interior de la sala de IV gama junto al propio túnel de secado.

Por último y para el caso del que versa el proyecto, la distribución de agua fría de red para su uso en las procesadoras de lavado se llevará a cabo mediante tuberías de acero inoxidable alimentario AISI-304 aisladas en todo su recorrido con 32 mm de espuma técnica Armaflex®, y acabado en chapa de aluminio. Así mismo, se dispondrá de un depósito vertical de acumulación de agua potable fría a 4°C, con una capacidad de 110 m³, construido interiormente en acero inoxidable AISI-316, aislado mediante capa de poliuretano de 100 mm de espesor y acabado exterior en acero inoxidable AISI-316 con brillo espejo. La impulsión del agua hacia las lavadoras la llevará a cabo un grupo de presión para un caudal nominal de 25 m³/h y una presión de 3,8 bar; este grupo está formado por dos bombas verticales y dotado con sendos variadores de frecuencia de 400V, vaso de expansión de membrana de 100 litros de capacidad, válvula de seguridad y válvulas de retención.



Figura 11. Sistema de tuberías y bombeo de fluido secundario

3.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Tras la descripción de los componentes más importantes de la instalación frigorífica, se va exponer un breve resumen de la propia instalación donde podrán identificarse claramente todos los elementos anteriormente citados.

Dado que los productos llegarán a la sala de trabajo de IV gama procedentes del almacén frigorífico donde se han conservado a baja temperatura, su manipulación debe realizarse también en unas condiciones térmicas ambientales tales que conserven en perfecto estado todas las propiedades alimenticias de los vegetales, de modo que estos circularán por una serie de cámaras frigoríficas según las distintas fases del proceso: zona de recepción de producto y despaletizado, zona de preparación y corte, zona de lavado y secado, zona de embolsado; todas ellas diseñadas para una temperatura de trabajo de 4°C.

En la sala de máquinas anexa a las naves de recepción y procesado se encuentra la maquinaria perteneciente a la instalación frigorífica, esta instalación consiste en un sistema indirecto cerrado para el enfriamiento de productos hortofrutícolas, a partir de un sistema centralizado refrigerado por amoníaco se provee a la fábrica de agua glicolada a -5°C.

La instalación de amoníaco cuenta con 3 compresores de tornillo con regulación de capacidad de 1.065 kW cada uno de ellos, el sistema de condensación se lleva a cabo mediante dos condensadores evaporativos de 1900 kW, a partir de este punto la instalación da servicio a tres separadores de baja presión que realizan las siguientes funciones:

- El primero de ellos da servicio a un serpentín multitubular que se encuentra sumergido en una fosa de agua que se utiliza para el hidrocooling (enfriamiento rápido mediante ducha de agua fría)
- El segundo de ellos da servicio a dos intercambiadores, uno de ellos a su vez ofrece su energía a un tercero que sirve para enfriar agua de red utilizada por las lavadoras de proceso; por su parte el otro intercambiador da apoyo a la instalación de climatización de las diferentes cámaras y salas de tratamiento de la instalación
- El tercero de los separadores da servicio directamente a dos intercambiadores más que junto a un tercero del separador anterior se encargan de mantener los servicios de climatización y refrigeración de cámara de recepción, cámara nº 1, zona de

despaletizado, zona de corte, zona de lavado y por último zona de embolsado.

La instalación cuenta además con los elementos auxiliares necesarios para la instalación como depósitos de acumulación, equipos de bombeo, valvulería y accesorios en general.

En el esquema final se podrá observar con mayor nitidez el detalle de todos los puntos de la instalación.

Para la distribución del agua glicolada desde la sala de máquinas hacia los climatizadores se utilizará el sistema de tuberías indicado en el punto anterior que discurrirá calorifugado en todo su recorrido. Dicha red alimentará el circuito previsto para los túneles de secado de las líneas de producción, las cuales precisan agua glicolada para un salto térmico de 0°C a 2°C.

3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LAVADO

En cuanto a la parte de la instalación que abarca el fin último del proyecto, el enfriamiento del agua para el proceso de lavado a una temperatura de 4°C, se ha previsto la instalación de un intercambiador de placas de 929,77 kW, que vierte el agua a un depósito de agua potable de 110.000 litros de capacidad, el depósito nutre a un grupo de presión controlado mediante variador de frecuencia que impulsan el agua fría hacia las lavadoras mediante tuberías de acero inoxidable aisladas en todo su recorrido.

El siguiente diagrama especifica el procedimiento total del proceso de lavado, desde el enfriamiento del agua de proceso, hasta el agua sobrante del mismo que servirá como base para la solución de eficiencia energética propuesta mediante el presente documento:

1. El amoníaco líquido a -15°C circula por el intercambiador NH_3 -Glicol que se encuentra a la derecha de la *Figura 12*.
2. Se induce un caudal de glicol por el lado del secundario del intercambiador referido en el *punto 1* de forma que el amoníaco evapora transmitiendo su capacidad frigorífica al agua glicolada. Las bombas que mueven el agua glicolada se controlan mediante variador de frecuencia según la señal de nivel del tanque de acumulación de agua fría.
3. El circuito de agua glicolada se cierra mediante el paso de fluido por un segundo intercambiador Agua glicolada-Agua de red en el que el fluido primario enfría el agua de red hasta la temperatura nominal del proceso de lavado de 4°C .
4. En el circuito de agua de red tiene lugar un proceso mediante el cual el tanque de 110 m^3 se llena de agua de red a temperatura de unos $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$, una vez lleno se cierra la entrada de agua de red y se va recirculando mediante bomba todo el agua interior del tanque por el intercambiador Agua glicolada-Agua de red, de esta forma el agua se va enfriando hasta la temperatura deseada.
5. Por último, el agua de red con la temperatura de lavado de 4°C se envía a las lavadoras mediante el grupo de presión para llevar a cabo el proceso de lavado.
6. Tras el proceso de lavado se obtiene el agua de rechazo que se vierte a una balsa cercana, previo filtrado de los sólidos en suspensión que contiene después del lavado del producto.

A partir de este punto el objetivo es llevar a cabo el máximo aprovechamiento de la energía térmica contenida en el agua fría, de forma que el sistema frigorífico general tendrá que trabajar menos tiempo en enfriar el agua de proceso para lavado y por tanto esto supondrá un ahorro energético considerable en la potencia eléctrica consumida de la fábrica.

Por todo ello en los siguientes apartados se va a proponer un sistema que se adecue a las especificaciones de proceso y a su vez permita llevar a cabo el citado ahorro energético.

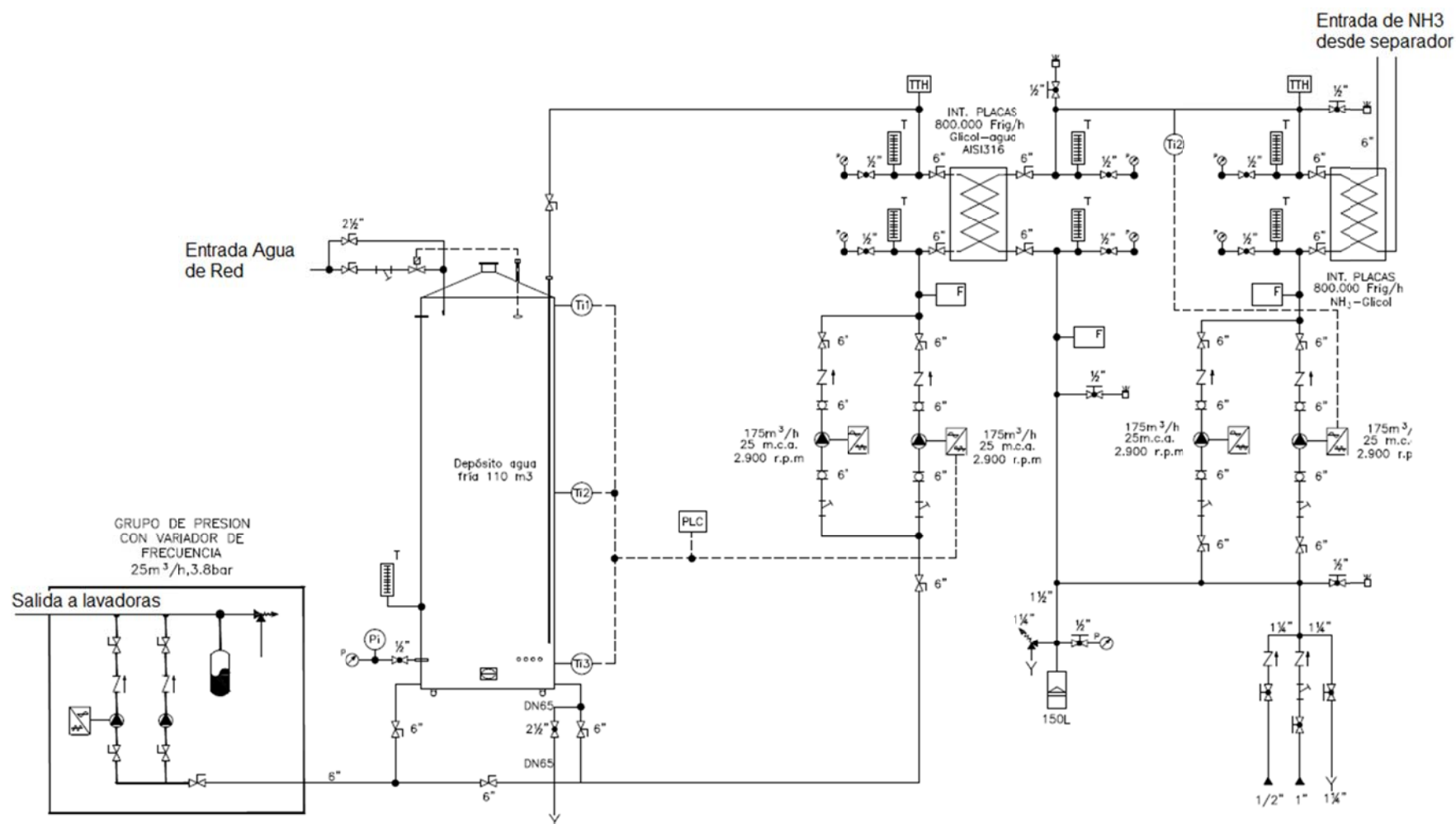


Figura 12. Esquema de funcionamiento del sistema actual de enfriamiento de agua para proceso

4. SOLUCIÓN PROPUESTA

Una vez se ha presentado la instalación existente y se han expresado las motivaciones que han llevado a la elaboración del presente proyecto, se va a exponer una solución genérica que permita cubrir la demanda de un sistema de eficiencia energética para la recuperación de energía procedente de agua de proceso para productos hortícolas de IV gama.

Antes de proceder con la descripción del sistema propuesto y de los componentes del mismo, se van a exponer una serie de directrices que se han tenido en cuenta para la elección de los citados componentes.

4.1 PROBLEMÁTICA ASOCIADA

Los mayores problemas en el campo de la eficiencia energética hasta el momento actual, siempre han sido los costes de los nuevos sistemas de ahorro energético debido a que estos siempre han ido ligados a la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y metodologías. Sin embargo, y cada vez más; los altos precios de la energía causados por la dependencia exterior y las políticas energéticas desarrolladas en España hacen necesario el desarrollo de técnicas de aprovechamiento y eficiencia energética.

A través de esta visión, tanto desde la Universidad Politécnica de Cartagena, como desde el mundo de la empresa se está potenciando las aplicaciones en eficiencia energética que a la vez de beneficiar al sistema eléctrico, permite a las empresas reducir costes en este sentido de forma que dicha reducción acaba repercutiendo en el precio final del producto.

Además en sectores tan estratégicos como el hortofrutícola, con grades infraestructuras energéticas de tecnología poco desarrollada en su mayoría, se hace necesario el planteamiento de una alternativa que supla las carencias que presenta el sistema existente.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

En este apartado se pretende desarrollar la identificación de necesidades que debe cubrir el diseño propuesto en lo sucesivo, de forma que el citado diseño cumpla con las especificaciones mínimas que de él se esperan.

El sistema que se ha de plantear, debe cumplir en la medida de lo posible las siguientes características:

- Aprovechamiento de la instalación existente
- Solución de bajo coste y retorno temprano de la inversión
- Recolección de datos reales para toma de decisión
- Facilidad de integración en el sistema de control existente
- Fiabilidad tecnológica
- Robustez y autonomía frente a imprevistos

4.2.1 APROVECHAMIENTO DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE

Debido a los altos costes de las operaciones en el mundo industrial, el sistema propuesto debe en todo momento aprovechar tanto la maquinaria como la infraestructura existente, reduciendo al mínimo la necesidad de inversión y ayudando a la viabilidad del proyecto.

A este respecto se aprovechará la obra civil existente, de forma que se elimine esta partida del presupuesto global. Igualmente se aprovechará la etapa de filtrado existente anterior al vertido y sendos depósitos de agua pertenecientes a la propiedad.

4.2.2 BAJO COSTE Y RETORNO TEMPRANO DE LA INVERSIÓN

El sistema desarrollado deberá tener un coste mínimo en relación a las prestaciones que pueda ofrecer, ya que debido a la situación actual del mercado los proyectos con un periodo de amortización mayor de 5 años tienen pocas posibilidades de llevarse a cabo. La experiencia así lo demuestra, los proyectos con retornos tardíos de la inversión son a la larga ineficientes ya que por el camino se producen cambios legislativos, etc. Que impiden cumplir dichos plazos de retorno.

Por ello en el presente proyecto, y una vez conocidos todos los componentes elegidos para llevar a cabo la instalación se desarrollará un estudio de viabilidad teniendo en cuenta criterios técnico-económicos que permitan arrojar luz sobre el retorno de la inversión.

4.2.3 RECOLECCIÓN DE DATOS REALES PARA TOMA DE DECISIÓN

La instalación diseñada deberá ser capaz de recolectar datos pertenecientes a la instalación, tales como rendimiento de los equipos, ahorro instantáneo, etc. Con la idea de tener conocimiento del ahorro real que aporta el sistema a la totalidad de la fábrica.

Con todo esto pueden llevarse a cabo acciones y toma de decisiones que permitan optimizar el resto de procesos, teniendo en cuenta la meta de lograr el máximo ahorro energético posible.

4.2.4 FÁCIL INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE

El sistema de control debe adaptarse de forma sencilla a las especificaciones existentes en la instalación frigorífica previa, aun así debe gozar de autonomía suficiente para auto gestionarse y controlar el proceso de forma independiente.

Para ello la topología del sistema y las comunicaciones deben ser completamente adaptables al sistema de control que se ubica en la factoría de procesamiento de alimentos.

4.2.5 FIABILIDAD TECNOLÓGICA

El sistema a diseñar deberá contar con componentes cuyo ciclo de vida sea el más alto posible, igualmente el mantenimiento de los mismos debe ser mínimo. Para lograrlo se ha de llevar a cabo un estudio profundo de las opciones disponibles en el mercado, de forma que se obtenga una elección de componentes correcta para el diseño propuesto con la mejor relación calidad-precio posible.

4.2.6 ROBUSTEZ Y AUTONOMÍA ANTE IMPREVISTOS

Dado la situación prevista para la ubicación del sistema, este puede ser objeto de las inclemencias meteorológicas, deterioro por intemperie, fallos en las comunicaciones, fallos en el propio sistema etc.

Para paliar estos y otros imprevistos se llevará a cabo una correcta elección de los equipos, así como la estrategia de control a implementar en el proceso de forma que el sistema pueda funcionar de forma fiable con independencia de agentes humanos que interactúen con el mismo.

4.3 INSTALACIÓN PREVIA AL PROYECTO

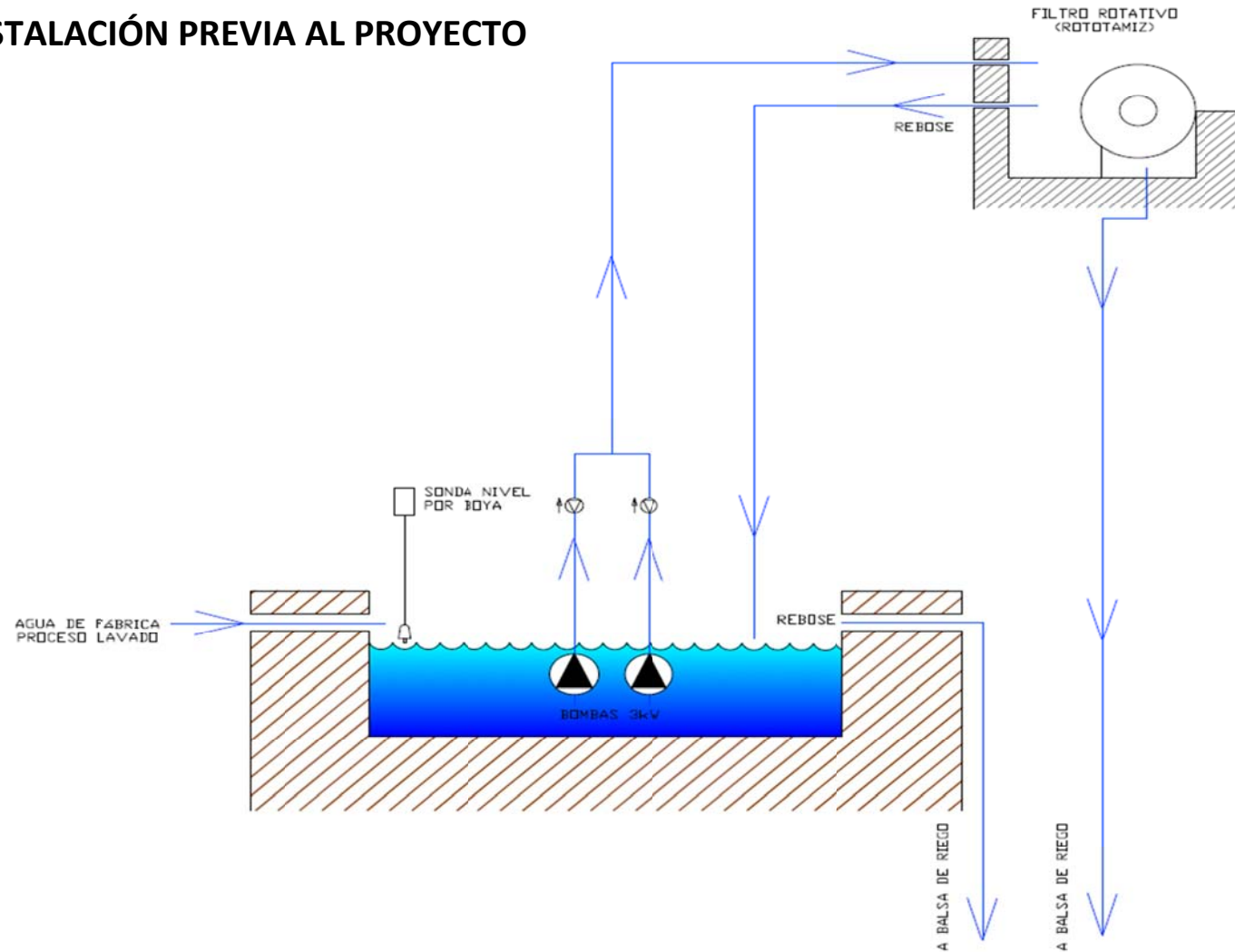


Figura 13. Esquema de principio del proceso del agua de lavado anterior al sistema propuesto

Como se observa en la *figura 13*, con anterioridad a este proyecto el agua de las lavadoras del proceso de IV gama seguía las siguientes etapas:

1. El agua se conducía mediante un sistema de tuberías hacia un canal de desbaste, situado a unos 50 metros de la factoría, junto a la balsa de riego, en pleno campo, a dicho canal de desbaste llegaba el agua fría a unos 6 °C y con una concentración media de sólidos en suspensión del proceso de lavado tales como pequeñas hojas de lechuga o zanahoria en tiras.
2. Desde el canal de desbaste, el agua se bombeaba hasta un filtro rotativo (rototamiz) encargado de eliminar los sólidos en suspensión mediante un proceso de filtrado centrífugo del agua proveniente del canal. El nivel de agua era controlado mediante dos bombas que se encargaban de vencer la altura a la que está situado el filtro rotativo (unos 3 metros). Igualmente el canal dispone de un rebosadero canalizado a la balsa en caso de no poder bombear el suficiente caudal.
3. A la salida del filtro el agua tenía una concentración de sólidos mucho menor que a la entrada del mismo, esta agua ya se consideraba apta para riego por lo cual se vertía directamente a la balsa de riego, que servía para llevar a cabo el proceso de irrigación de los cultivos circundantes.

En principio, tanto el canal de desbaste como las bombas están diseñadas para absorber por completo el caudal de agua procedente del proceso de lavado, aun así es necesario aclarar que el vertido de agua fría procedentes de lavadoras es un proceso discreto, es decir, no se está continuamente vertiendo, sino que van llegando cantidades de agua conforme se vacían los tanques de lavado.

4.4 SOLUCIÓN PROPUESTA

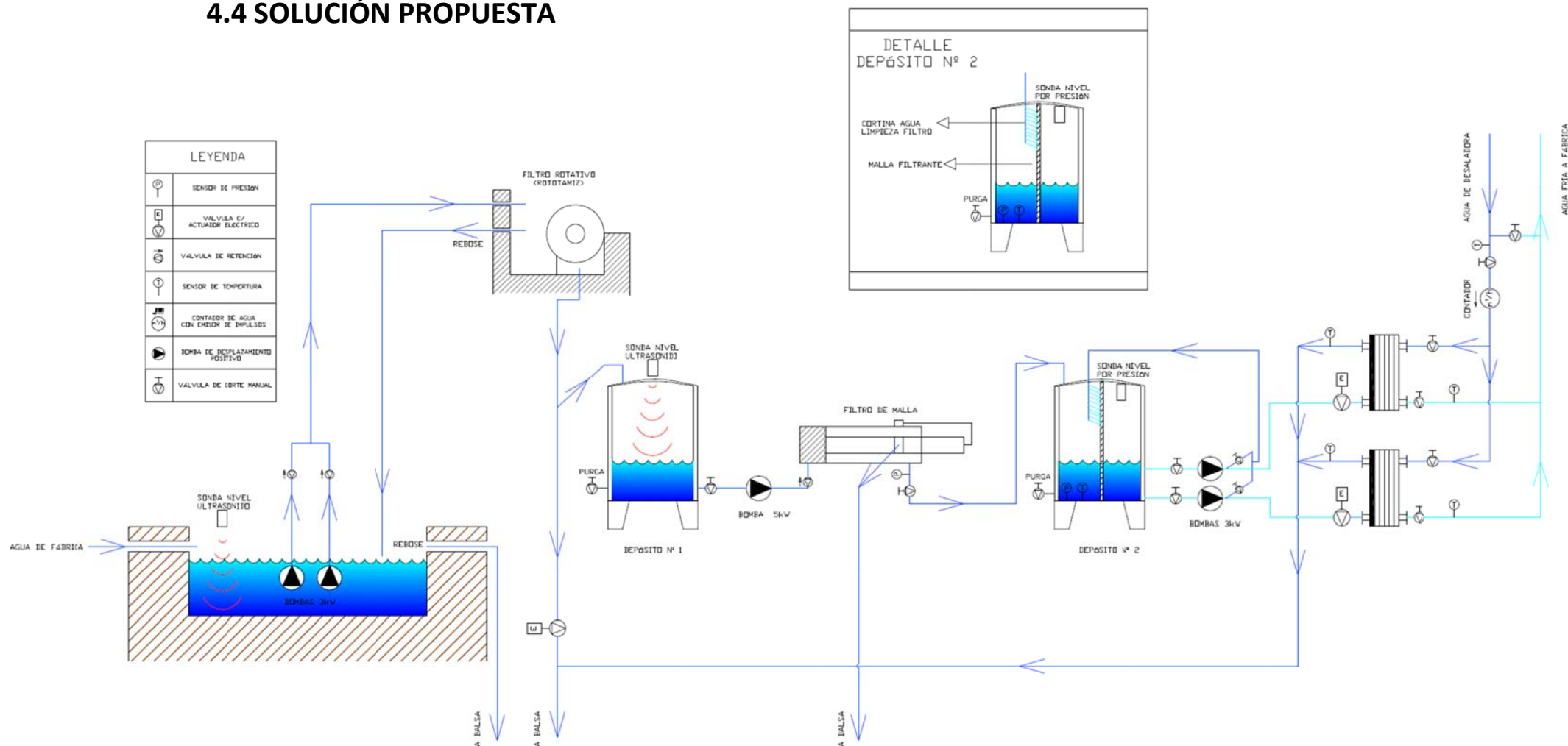


Figura 14. Esquema de principio del proceso de recuperación de energía para el proceso de lavado en industrias de IV gama

En la *figura 14* se muestra el esquema de la solución propuesta, como puede observarse se ha aprovechado la instalación existente introduciendo una etapa adicional de filtrado, dos depósitos de acumulación dimensionados para cubrir la demanda necesaria, y por último los intercambiadores donde se realiza el aprovechamiento real de la energía del agua de rechazo. El proceso total consta de las siguientes etapas:

1. El agua se conduce mediante un sistema de tuberías hacia el canal de desbaste existente, como se ha comentado, a ese canal llega un caudal de agua fría a una temperatura de 6 °C aproximadamente, con una concentración de sólidos en suspensión del proceso de lavado tales como pequeños restos de lechuga o zanahoria. Se ha instalado una sonda analógica de nivel para el canal, con esta señal se pretende controlar las bombas de dicho canal mediante variador de frecuencia.
2. El agua procedente del canal de desbaste se bombea hasta un filtro rotativo encargado de eliminar los sólidos en suspensión mediante un proceso de filtrado centrífugo del agua proveniente del canal. En esta primera etapa de filtrado se consiguen buenos resultados, aunque el agua fría aún conserva parte de los sólidos en suspensión a la salida. En esta parte del filtro el agua se conduce hacia el primer depósito de acumulación, la válvula con actuador eléctrico situada debajo de la entrada del mismo sirve para evacuar el agua directamente a balsa de riego sin que se almacene en el depósito, es decir, para evacuar agua con la idea de que esta no intervenga en el proceso de intercambio de energía. Esto puede ser útil en caso de que se quiera detener el proceso de aprovechamiento energético, en caso de que el nivel del depósito se incrementase en exceso o en caso de tener que realizar tareas de mantenimiento.
3. A la salida del primer depósito existe una bomba que impulsa el agua fría hacia un filtro de malla auto limpiable. En este filtro se eliminan el resto de sólidos contenidos en el agua, y a la vez se produce la evacuación de los mismos hacia el exterior mediante un pistón neumático, realizando así el auto limpiado del mismo. A la salida de la segunda etapa de filtrado se dispone de un sensor de presión para controlar la pérdida de carga del proceso hasta este punto.
4. Tras la segunda etapa de filtrado el agua entra en un segundo depósito de acumulación donde además de acumular el agua de proceso, se concluye el tratamiento de filtrado mediante una malla filtrante de partículas <5µm. En este segundo depósito el agua se

adecua para la entrada a los intercambiadores, considerados el corazón del proceso. Es importante realizar un filtrado correcto del agua de proceso antes de entrar a los intercambiadores, ya que si se produce el ensuciamiento de los mismos, el rendimiento del proceso disminuirá considerablemente. Por tanto se ha dividido el depósito en dos partes mediante la malla filtrante anteriormente citada, se ha previsto un pequeño circuito auxiliar con el que se produce la hidratación continua de la malla para evitar que los sólidos orgánicos se resequen en la misma y puedan bloquear el filtro. Respecto a la instrumentación, se ha dispuesto una sonda de temperatura para controlar la entrada de agua a los intercambiadores. Igualmente se dispone de una sonda de presión de membrana rasante con la que puede medirse el nivel del depósito.

5. En la última etapa del proceso de recuperación de energía se encuentran los intercambiadores. Se dispone de dos intercambiadores Agua-Agua donde el agua procedente del proceso de lavado (agua de rechazo) intercambia su energía frigorífica con el agua procedente de la desaladora, utilizada para nuevo el proceso de lavado de las hortalizas en la elaboración de productos de IV gama. Se dispone de dos intercambiadores para evitar paradas no programadas en caso de avería o mantenimiento de uno de los intercambiadores. El agua del depósito filtrada y a temperatura aproximada de 6°C es bombeada por su respectiva bomba hacia el intercambiador, en este momento se produce el intercambio térmico de forma que se obtiene agua a 7°C a la salida del intercambiador. Para entender mejor este proceso se muestra un esquemático de las condiciones de trabajo calculadas para el intercambiador

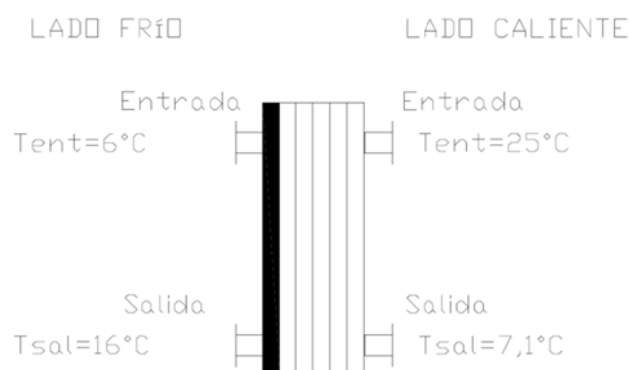


Figura 15. Esquema condiciones de proceso para intercambiador

El agua del lado frío una vez realiza su proceso de intercambio térmico, se vierte directamente a la balsa para riego a una temperatura de 16°C aproximadamente. Se dispone de un sensor de temperatura a la salida del lado frío de cada intercambiador de forma que pueda calcularse la potencia frigorífica de cada intercambiador por separado, esto se va a utilizar para obtener datos del rendimiento del proceso de intercambio y puede ser útil para detectar posibles averías o funcionamientos anormales.

También existen dos válvulas con actuador eléctrico tipo todo-nada que sirven para alimentar la entrada de agua a los intercambiadores por el lado frío, para controlar el caudal de entrada de agua fría se dispone de sendos variadores de velocidad en cada una de las bombas de alimentación.

6. En el lado caliente, se recibe agua a temperatura ambiente (25°C) procedente del grupo de bombeo de la desaladora y se introduce en la entrada del intercambiador, el agua recorre las placas intercambiando la energía frigorífica con el agua de rechazo y saliendo por el colector de salida del lado caliente a una temperatura de 7,1°C. Por último el agua fría se dirige hacia el depósito de acumulación de agua fría que alimenta el proceso de lavado de las lavadoras de IV gama, por tanto se lleva a cabo el aprovechamiento térmico del agua rechazada por el proceso de lavado y se evita que sea la instalación frigorífica la que tenga que enfriar dicha agua, esto a su vez repercute de forma importante en el ahorro energético de la planta pues esta funciona con electricidad al fin y al cabo.

Para concluir la exposición de la solución propuesta para el aprovechamiento energético, se han dispuesto válvulas de corte manual en la entrada y salida del lado caliente de los intercambiadores, facilitando así su aislamiento en caso de avería o mantenimiento, igualmente se ha estimado oportuno la colocación de una válvula de by-pass del proceso para enviar a fábrica directamente el agua de desaladora en previsión de una posible avería o inutilización del sistema propuesto.

En cuanto al control de proceso, se ha dispuesto un contador de agua con emisor de impulsos a PLC a la entrada del lado caliente de los intercambiadores que se utilizará para asegurar el caudal de entrada mínimo a dichos intercambiadores, y a su vez contabilizar el agua que se utiliza en el proceso de lavado. Por otro lado se han dispuesto sondas de temperatura en el colector general de entrada a los intercambiadores, y en la salida de cada uno de ellos de forma

que pueda obtenerse una valoración real de la energía del proceso en el lado caliente. Con todo ello se pueden obtener datos reales de aprovechamiento energético y funcionamiento del sistema, así como la elaboración de patrones de comportamiento del propio sistema que permitan conocer cuando el sistema no está funcionando correctamente y las posibles causas del mismo (ensuciamiento de los intercambiadores, roturas, fugas, etc.)

5.1 SISTEMA HIDRÁULICO DE LA INSTALACIÓN

En el presente apartado se van a abordar todos los aspectos técnicos para el correcto dimensionado de los elementos hidráulicos que forman parte de la instalación. Para ello en los siguientes sub apartados se aportará la información de partida del diseño y los cálculos justificativos de la elección de los diferentes componentes.

En el caso abordado en el proyecto, la gran mayoría de componentes de la instalación existían con anterioridad al planteamiento del sistema de recuperación energética. Por esto se va a llevar a cabo el dimensionado de los elementos incorporados a causa de dicho sistema.

5.1.1 INTERCAMBIADOR DE PLACAS

Para comenzar, se va a llevar a cabo la elección del “corazón” de la instalación, ya que es el componente mediante el cual se realiza el intercambio térmico que da lugar a la obtención de agua fría de forma que pueden obtenerse excelentes rendimientos en el proceso.

En un principio se valoró la idea de llevar a cabo el proceso mediante un solo intercambiador de placas, aunque esta idea fue desechada por los siguientes motivos:

- Imposibilidad de realizar mantenimiento de la instalación sin llevar al sistema a parada
- Obtención de menores rendimientos en etapas de carga baja de trabajo, ya que se puede demostrar que el rendimiento de proceso es más bajo trabajando con un intercambiador al 50% que trabajando con un intercambiador al 100%
- Necesidad de equipos de bombeo mayores debido a la necesidad de mayor caudal.

Por estos y otros motivos de aspecto técnico-económico, se ha estimado oportuno la instalación de dos intercambiadores de placas trabajando en paralelo. De esta forma se obtiene un compromiso entre necesidades del sistema vs. Rendimiento obtenido que colma con creces las expectativas del proyecto.

Los datos de partida de que se dispone para el diseño de los

intercambiadores de placas quedan reflejados en la siguiente ilustración.

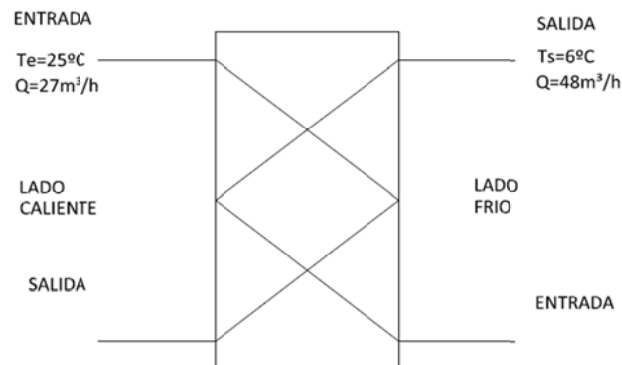


Figura 16. Datos de partida para el diseño del intercambiador de placas

Con los datos de partida disponibles, se pretende llevar a cabo el dimensionado de un intercambiador que permita obtener el máximo rendimiento, es decir, la mayor cantidad de transmisión energética del lado frío al lado caliente.

Para ejecutar el dimensionado del equipo se ha realizado mediante el software proporcionado por la comercializadora de equipos de la marca Alfa Laval, ya que el cálculo de los intercambiadores es un problema iterativo largo y tedioso del que no pretende ser objeto el presente proyecto, sin embargo es importante especificar que todos los cálculos se han llevado a cabo conforme al modelo contrastado conocido como método ϵ -NTU o método de la efectividad-NTU.

Este método, genera un modelo que permite calcular los parámetros de operación para distintas configuraciones del equipo. Es un modelo teórico que funciona correctamente cuando el número de placas de intercambio es elevado respecto al tamaño de estas. Igualmente toma en consideración unos mínimos datos de partida como en el caso que nos ocupa.

Después de la introducción de los datos pertinentes en el software de cálculo, se han obtenido los siguientes datos de diseño para dos puntos de funcionamiento distintos.

En el primero de los casos se presenta el punto de trabajo más extremo que se producirá en verano cuando el agua de red se encuentra en las condiciones especificadas anteriormente ($T_e=25^\circ\text{C}$).

Plate Heat Exchanger

Technical Specification



Modelo : TL6-BFM
Project: : AD8656-E
Item : AD8656-E_POS.2A Fecha : 11/12/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	999.6	1000
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.590	0.585
Viscosidad entrada	cP	0.895	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.11
Volume flow rate	m ³ /h	27.0	48.0
Temperatura entrada	°C	25.0	6.0
Temperatura salida	°C	7.1	16.0
Pérdida de carga	kPa	28.6	86.1
Calor Intercambiado	kW	561.1	
L.M.T.D.	K	3.8	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	5075	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	5074	
Area Transferencia Calor	m ²	29.3	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.0	
Margen servicio	%	0.0	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		117	
placas efectivas		115	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		15	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Diámetro conexión		See drawing	See drawing
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	815 x 320 x 1264	
Volumen líquido	dm ³	24.7	24.7
Peso neto, vacío/operación	kg	329 / 378	
Packed weight(BOX(OCEAN))	kg	349	
Volumen interno	m ³	0.6	
largo x ancho x alto	mm	1390 x 420 x 1040	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

Figura 17. Datos de cálculo de los intercambiadores de placas de la instalación mediante el software de cálculo del fabricante Alfa Laval

Para el caso de una temperatura de entrada del agua del lado caliente de 15 °C en invierno, se obtienen los siguientes valores.

Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : TL6-BFM
Project: : AD8656-E
Item : AD8656-E_POS.2B Fecha : 11/12/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	1000	1001
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.586	0.583
Viscosidad entrada	cP	1.14	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.29
Volume flow rate	m ³ /h	27.0	48.0
Temperatura entrada	°C	15.0	6.0
Temperatura salida	°C	7.1	10.5
Pérdida de carga	kPa	29.0	86.5
Calor Intercambiado	kW	250.3	
L.M.T.D.	K	2.4	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	4964	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3583	
Area Transferencia Calor	m ²	29.3	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.78	
Margen servicio	%	38.5	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		117	
placas efectivas		115	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		15	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Diámetro conexión		See drawing	See drawing
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	815 x 320 x 1264	
Volumen líquido	dm ³	24.7	24.7
Peso neto, vacío/operación	kg	329 / 378	
Packed weight(BOX(OCEAN))	kg	349	
Volumen interno	m ³	0.6	
largo x ancho x alto	mm	1390 x 420 x 1040	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

Figura 18. Datos de cálculo de los intercambiadores de placas para punto de funcionamiento ($T_e=15$ °C)

Por su parte el diseño mecánico del intercambiador queda conforme a la siguiente ilustración.

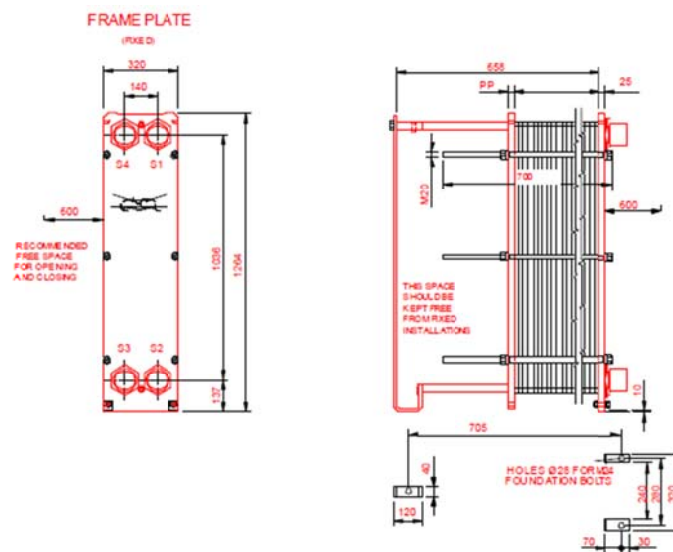


Figura 19. Diseño mecánico del intercambiador de placas calculado para la instalación

En conclusión, se escogen dos intercambiadores de placas de la marca **Alfa Laval Mod. TL6-BFM**, con las especificaciones técnicas arriba comentadas. Dichos intercambiadores trabajarán en paralelo alimentados por dos bombas que se calcularán en los apartados siguientes.

5.1.2 CONDUCCIONES HIDRÁULICAS

En el presente apartado se va a desarrollar el dimensionado de las conducciones de tubería que se utilizarán para llevar a cabo las uniones entre los diferentes componentes de la instalación, definiendo de esta forma su diámetro útil así como el material de composición.

Para conocer el diámetro mínimo necesario de las tuberías solamente es necesario conocer su geometría y el caudal (Q) que trasegará dicha tubería. De esta forma se puede afirmar que

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

donde $Q \equiv$ caudal de la conducción (m^3/s)

$v \equiv$ velocidad del fluido (m/s)

$A \equiv$ área de la conducción (m^2)

Operando de la forma conveniente, se puede determinar la expresión siguiente, teniendo en cuenta que se trata de conducciones de sección circular.

$$Q = v \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad (2)$$

Por tanto, se puede expresar el diámetro de la conducción en función del resto de parámetros de la siguiente forma

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} \quad (3)$$

De la misma forma, es interesante resaltar las diferentes velocidades de diseño que recomienda la bibliografía como se muestra en la siguiente ilustración.

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

Figura 20. Tabla de velocidades recomendadas para fluidos en tuberías

Una vez obtenidas todas las expresiones, se plantea la misma para los diferentes casos, resultando los diámetros correspondientes a cada una de las conducciones teniendo en cuenta que los cálculos se corresponden a un solo intercambiador de placas.

CONDUCCIÓN DE ASPIRACIÓN DE BOMBA

En el caso de la aspiración de la bomba, los datos de cálculo son los siguientes:

$$Q = 48 \frac{m^3}{h} = 0,01334 \frac{m^3}{s}$$

$$v = 0,9 \frac{m}{s}$$

El caudal se ha obtenido de la hoja de datos de trabajo del intercambiador de placas.

Por tanto se puede obtener

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,01334 \frac{m^3}{s}}{0,9 \frac{m}{s} \cdot \pi}} = 137,34 \text{ mm}$$

En este caso el agua fría que circula por las conducciones, atraviesa el intercambiador para ser vertida a la balsa de riego, por tanto no es necesario un material sanitario ya que el agua una vez intercambiada su potencia frigorífica será considerada residual. Por todo ello se escoge como material de las conducciones el PVC (6 bar) atendiendo a criterios económicos tanto en su adquisición como en tiempo empleado para montaje. Previamente a la determinación del material, se llevó a cabo un análisis de compatibilidad del agua residual con el material, resultando este plenamente satisfactorio.

Con todo lo anterior, se establece una conducción para la aspiración de **PVC Ø160** con diámetro interior de 150,6mm.

CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN DE BOMBA

En el caso de la impulsión de la bomba, los datos de cálculo son los siguientes:

$$Q = 48 \frac{m^3}{h} = 0,01334 \frac{m^3}{s}$$

$$v = 2 \frac{m}{s}$$

Por tanto se puede obtener

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,01334 \frac{m^3}{s}}{2 \frac{m}{s} \cdot \pi}} = 92,13 \text{ mm}$$

Con todo lo anterior, se establece una conducción para la aspiración de **PVC Ø110** con diámetro interior de 103,6 mm.

CONDUCCIÓN DE SALIDA DE INTERCAMBIADOR DE PLACAS

En el caso de la salida del intercambiador de placas, considerado como tubería de conducción, los datos de cálculo son los siguientes:

$$Q = 48 \frac{m^3}{h} = 0,01334 \frac{m^3}{s}$$

$$v = 2 \frac{m}{s}$$

Por tanto se puede obtener

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,01334 \frac{m^3}{s}}{2 \frac{m}{s} \cdot \pi}} = 92,13 \text{ mm}$$

Con todo lo anterior, se establece una conducción para la aspiración de **PVC Ø110** con diámetro interior de 103,6 mm.

CONDUCCIÓN DE COLECTOR DE SALIDA INTERCAMBIADORES

En el caso del colector de salida del intercambiador de placas, considerado como tubería de conducción y que engloba los caudales de salida de ambos intercambiadores, los datos de cálculo son los siguientes:

$$Q = 96 \frac{m^3}{h} = 0,02667 \frac{m^3}{s}$$

$$v = 1,8 \frac{m}{s}$$

Por tanto se puede obtener

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02667 \frac{m^3}{s}}{1,8 \frac{m}{s} \cdot \pi}} = 137,34 \text{ mm}$$

Con todo lo anterior, se establece una conducción para la aspiración de **PVC Ø160** con diámetro interior de 150,6 mm.

5.1.3 DISPOSITIVOS DE BOMBEO

Para el dimensionado de los dispositivos de bombeo de la instalación se va a considerar la Ley de Bernoulli que mediante su expresión, proporciona la herramienta suficiente para el cálculo de las necesidades hidráulicas de una instalación. Ello permite conocer el punto de funcionamiento de una bomba centrífuga si se conoce el caudal a

bombear o la selección de una bomba mediante el punto de intersección entre su curva característica y la curva obtenida de la ecuación de Bernoulli en función de Q y H_m .

La expresión de la ecuación de Bernoulli es la siguiente

$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} + z_2 - z_1 + H_{perd} \quad (4)$$

donde $H_m \equiv$ altura manométrica de la instalación (m)

$p_2 \equiv$ presión fluido salida (Pa)

$p_1 \equiv$ presión fluido entrada (Pa)

$v_2 \equiv$ velocidad fluido salida (m/s)

$v_1 \equiv$ velocidad fluido entrada (m/s)

$z_2 \equiv$ altura geométrica fluido salida (m)

$z_1 \equiv$ altura geométrica fluido entrada (m)

$\rho \equiv$ densidad del fluido (Kg/m^3)

$g \equiv$ aceleración de la gravedad (m/s^2)

$H_{perd} \equiv$ altura equivalente de pérdidas (m)

En la siguiente ilustración se muestra un ejemplo gráfico de los parámetros que componen la Ley de Bernoulli.

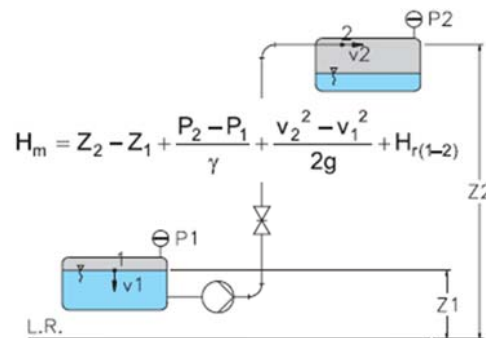


Figura 21. Visualización gráfica de los parámetros que componen la Ley de Bernoulli

Por su parte, la altura equivalente de pérdidas H_{perd} se compone de las pérdidas de carga que suceden en la instalación, estas a su vez pueden ser primarias o secundarias según su naturaleza.

Se conoce como pérdidas de carga primarias a aquellas que se producen en superficie como los tramos de tubería de sección constante. En cambio, las pérdidas secundarias son aquellas que se deben a la geometría y tienen lugar en las transiciones, obstáculos y accesorios de tubería.

Para el cálculo de las pérdidas de carga tanto primarias como secundarias, se utilizan diversos métodos unos basados en la experiencia y la mayoría basados en principios de la mecánica de fluidos. Para el caso que nos ocupa se ha optado por ejecutar el cálculo mediante la ecuación de Darcy-Weisbach

$$H_{perd} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (5)$$

Donde $\lambda \equiv$ Coeficiente de rozamiento

$L \equiv$ Longitud de la tubería o equivalente (m)

$D \equiv$ Diámetro de la tubería o accesorio (m)

$v \equiv$ velocidad del fluido (m/s)

$g \equiv$ aceleración de la gravedad (m/s^2)

De esta expresión y según la ecuación (2), se puede deducir de forma sencilla que para conducciones de sección circular como resulta el caso

$$H_{perd} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g} \quad (6)$$

Para el caso en que existen tramos de tubería recta y accesorios, el valor de

$$L = \sum L_{tub} + L_{eq-accesorios}$$

Para el cálculo del coeficiente λ existen variedad de tablas, curvas y ábaco, pero el más utilizado es sin duda el diagrama de Moody. Dicho diagrama permite encontrar el valor de λ a partir de la rugosidad relativa y del número de Reynolds.

La rugosidad relativa se corresponde con k/D , donde k es el valor de la rugosidad absoluta que es propia de cada tipo de material, de igual forma D es el diámetro de la tubería o accesorio, ambos factores deben expresarse en las mismas unidades obteniendo el término de rugosidad

relativa ϵ que es adimensional.

Por su parte el número de Reynolds se calcula mediante la expresión

$$Re = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot D \cdot \mu} \quad (7)$$

Donde $Q \equiv$ caudal de la conducción (m^3/s)

$\rho \equiv$ densidad del fluido (Kg/m^3)

$D \equiv$ Diámetro de la tubería o accesorio (m)

$\mu \equiv$ viscosidad dinámica del fluido ($N \cdot s/m^2$)

Esta expresión corresponde a conducciones sección circular.

Para el caso de número de Reynolds inferiores a 2000, significa que el sistema se encuentra en régimen de flujo laminar. En estas condiciones λ solo depende de Re, siendo

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

En cambio, cuando Re sea superior a 3000, significa que el sistema se encuentra en flujo turbulento. En este caso se utiliza el diagrama de Moody para hallar el valor de λ en función de Re y ϵ/D .

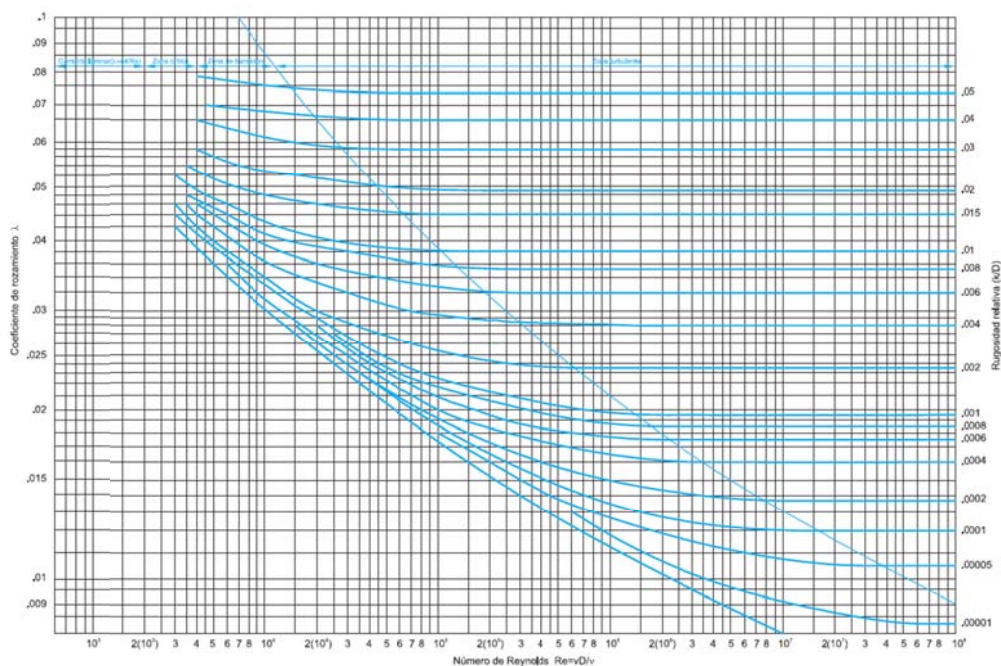


Figura 22. Diagrama de Moody para obtención del coeficiente de rozamiento (λ)

El caso que se aborda en el proyecto queda reflejado por la siguiente imagen

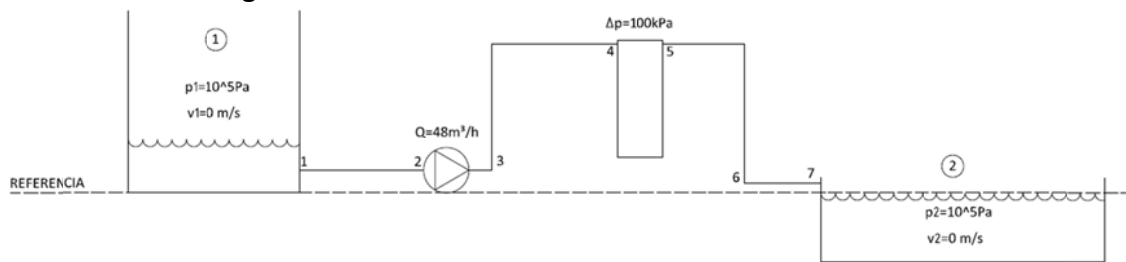


Figura 23. Descripción gráfica del problema de selección de bomba

Como se observa en la figura 23, las condiciones de contorno del problema se han establecido entre la zona de aspiración de la bomba y la balsa de riego. Ambas ubicaciones se encuentran a presión ambiente, igualmente la velocidad en estado estacionario de los puntos 1 y 2 es nula, y de igual forma la altura geométrica a vencer por la bomba es despreciable ya que la diferencia de cotas es prácticamente cero.

Con todo lo anterior, se obtiene la ecuación correspondiente a la Ley de Bernoulli para el problema planteado

$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2 - v_1}{2 \cdot g} + z_2 - z_1 + H_{perd}$$

$$H_m = \frac{10^5 Pa - 10^5 Pa}{1000 \frac{Kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} + \frac{0 \frac{m}{s} - 0 \frac{m}{s}}{2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} + 0 - 0 + H_{perd}$$

Como se demuestra, la altura manométrica de la bomba quedará determinada por las pérdidas a vencer a lo largo de la instalación siendo de gran importancia como se observará más tarde la caída de presión en el intercambiador de placas. La altura equivalente de pérdidas se define entonces con la siguiente expresión

$$H_{perd} = H_{asp12} + H_{imp34} + H_{interc45} + H_{imp56} + H_{colec67}$$

En los siguientes puntos se va a llevar a cabo el cálculo de las pérdidas que se producen en las diferentes componentes de la ecuación de la altura equivalente de pérdidas.

PÉRDIDAS DE CARGA EN ASPIRACIÓN DE BOMBA (TRAMO 1-2)

Datos de partida:

$$D_{int}=0,1506 \text{ m}; L_{conducción}=1 \text{ m}; L_{eq-valvula} \approx 0 \text{ m}; Q_{cond}= 0,01334 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$\mu(T=25^{\circ}\text{C})=0,89 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2; \varepsilon=9,96 \cdot 10^{-6}$$

Con estos datos y aplicando la ecuación (6), se obtiene lo siguiente

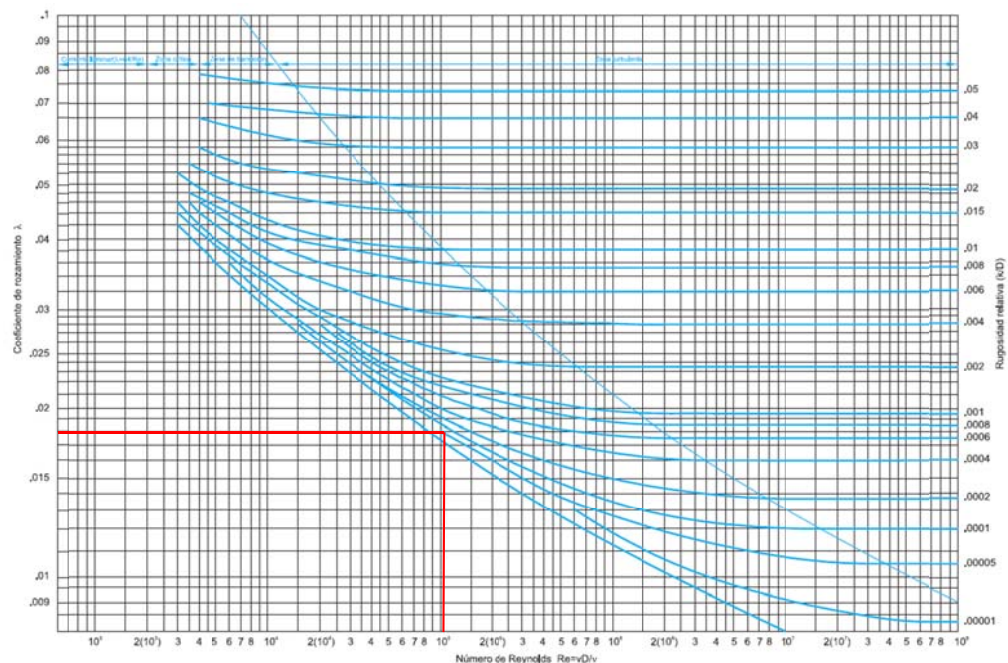
$$H_{asp12} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot \sum L_{\text{cond}} + L_{\text{eq-acc}} \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g}$$

$$H_{asp12} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot (1\text{m} + 0\text{m}) \cdot (0,01334 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})^2}{\pi^2 \cdot (0,1506\text{m})^5 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

Desde este punto se tiene la altura de pérdidas equivalente en función del parámetro λ , por lo que en lo sucesivo se va a calcular el valor del mismo. Como se ha comentado con anterioridad, el valor del número de Reynolds para una conducción de sección circular se puede expresar según la ecuación (7)

$$Re = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot D \cdot \mu} = \frac{4 \cdot 0,01334 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{\pi \cdot 0,1506\text{m} \cdot 0,89 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}} = 1,267 \cdot 10^5 > 2000$$

Por lo que se deduce que el flujo en el interior de la conducción es turbulento. Sabiendo esto se procede a obtener el valor de λ a partir del Diagrama de Moody conociendo que **Re=1,267·10⁵** y **ε=9,96·10⁻⁶**.



Con esto queda definido el parámetro $\lambda=0,018$; en resumen resulta la altura equivalente de pérdidas del tramo de aspiración de la bomba como

$$H_{asp12} = \frac{8 \cdot 0,018 \cdot (1m + 0m) \cdot (0,01334 \frac{m^3}{s})^2}{\pi^2 \cdot (0,1506m)^5 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 3,419 \cdot 10^{-3}m$$

PÉRDIDAS DE CARGA EN IMPULSIÓN DE BOMBA (TRAMO 3-4)

Datos de partida:

$D_{int}=0,1036$ m; $L_{conducción}=2$ m; $L_{eq-acc}=13,44$ m; $Q_{cond}= 0,01334$ m³/s;

$\mu(T=25^{\circ}C)=0,89 \cdot 10^{-3}$ N·s/m²; $\epsilon=1,45 \cdot 10^{-5}$

Con estos datos y aplicando la ecuación (6), se obtiene lo siguiente

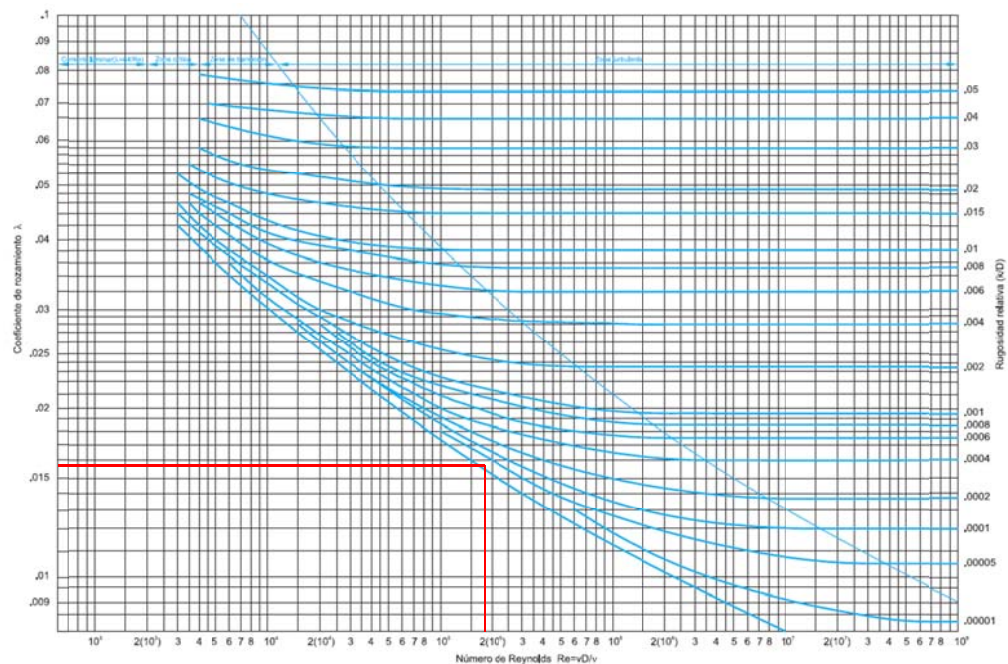
$$H_{imp34} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot \sum L_{cond} + L_{eq-acc} \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g}$$

$$H_{imp34} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot (2m + 13,44m) \cdot (0,01334 \frac{m^3}{s})^2}{\pi^2 \cdot (0,1036m)^5 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}$$

Desde este punto se tiene la altura de pérdidas equivalente en función del parámetro λ , por lo que en lo sucesivo se va a calcular el valor del mismo. Como se ha comentado con anterioridad, el valor del número de Reynolds para una conducción de sección circular se puede expresar según la ecuación (7)

$$Re = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot D \cdot \mu} = \frac{4 \cdot 0,01334 \frac{m^3}{s} \cdot 1000 \frac{Kg}{m^3}}{\pi \cdot 0,1036m \cdot 0,89 \cdot 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2}} = 1,841 \cdot 10^5 > 2000$$

Por lo que se deduce que el flujo en el interior de la conducción es turbulento. Sabiendo esto se procede a obtener el valor de λ a partir del Diagrama de Moody conociendo que **Re=1,841·10⁵** y **ε=1,45·10⁻⁵**.



Con esto queda definido el parámetro $\lambda=0,0158$; en resumen resulta la altura equivalente de pérdidas del tramo de aspiración de la bomba como

$$H_{imp34} = \frac{8 \cdot 0,0158 \cdot (2m + 13,44m) \cdot (0,01334 \frac{m^3}{s})^2}{\pi^2 \cdot (0,1036m)^5 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 0,3 m$$

PÉRDIDAS DE CARGA EN IMPULSIÓN DE BOMBA (TRAMO 5-6)

Datos de partida:

$D_{int}=0,1036 m$; $L_{conducción}=4 m$; $L_{eq-acc}=8,4 m$; $Q_{cond}= 0,01334 m^3/s$;

$\mu(T=25^\circ C)=0,89 \cdot 10^{-3} N \cdot s/m^2$; $\epsilon=1,45 \cdot 10^{-5}$

Con estos datos y aplicando la ecuación (6), se obtiene lo siguiente

$$H_{imp56} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot \sum L_{cond} + L_{eq-acc} \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g}$$

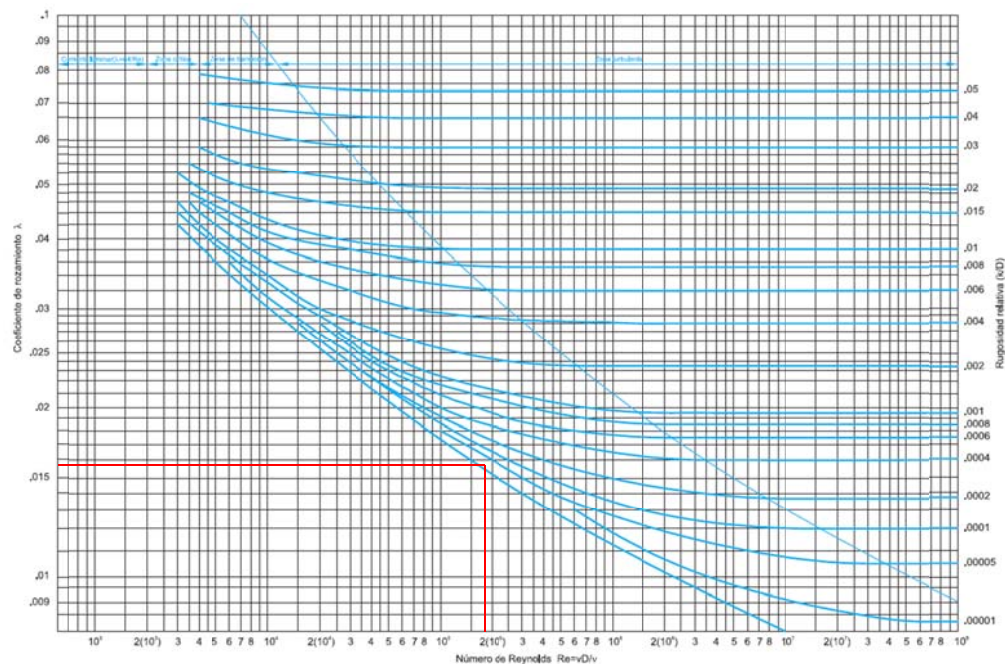
$$H_{imp56} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot (4m + 8,4m) \cdot (0,01334 \frac{m^3}{s})^2}{\pi^2 \cdot (0,1036m)^5 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}$$

Desde este punto se tiene la altura de pérdidas equivalente en función del parámetro λ , por lo que en lo sucesivo se va a calcular el valor del mismo. Como se ha comentado con anterioridad, el valor del número de Reynolds para una conducción de sección circular se puede expresar

según la ecuación (7)

$$Re = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot D \cdot \mu} = \frac{4 \cdot 0,01334 \frac{m^3}{s} \cdot 1000 \frac{Kg}{m^3}}{\pi \cdot 0,1036m \cdot 0,89 \cdot 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2}} = 1,841 \cdot 10^5 > 2000$$

Por lo que se deduce que el flujo en el interior de la conducción es turbulento. Sabiendo esto se procede a obtener el valor de λ a partir del Diagrama de Moody conociendo que $Re=1,841 \cdot 10^5$ y $\epsilon=1,45 \cdot 10^{-5}$.



Con esto queda definido el parámetro $\lambda=0,0158$; en resumen resulta la altura equivalente de pérdidas del tramo de aspiración de la bomba como

$$H_{imp34} = \frac{8 \cdot 0,0158 \cdot (4m + 8,4m) \cdot (0,01334 \frac{m^3}{s})^2}{\pi^2 \cdot (0,1036m)^5 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 0,24 m$$

PÉRDIDAS DE CARGA EN COLECTOR SALIDA INTERCAMBIADORES (TRAMO 6-7)

Datos de partida:

$D_{int}=0,1506 m$; $L_{conducción}=3 m$; $L_{eq-acc}=8,6 m$; $Q_{cond}= 0,02667 m^3/s$;

$\mu(T=25^{\circ}C)=0,89 \cdot 10^{-3} N \cdot s/m^2$; $\epsilon=9,96 \cdot 10^{-6}$

Con estos datos y aplicando la ecuación (6), se obtiene lo siguiente

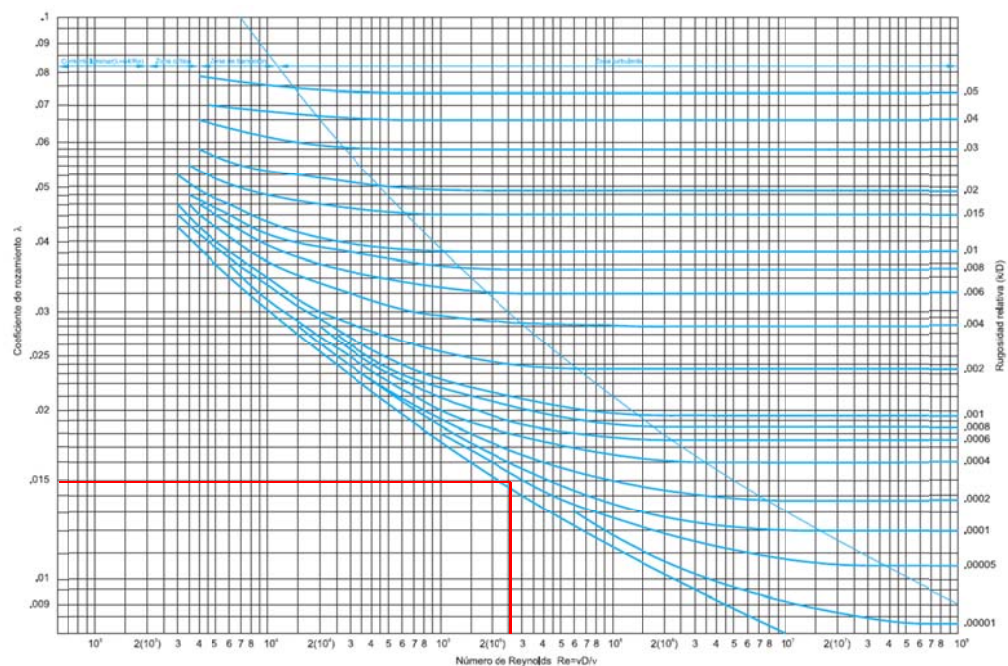
$$H_{colec67} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot \sum L_{cond} + L_{eq-acc} \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g}$$

$$H_{colec67} = \frac{8 \cdot \lambda \cdot (3m + 8,6m) \cdot (0,02667 \frac{m^3}{s})^2}{\pi^2 \cdot (0,1506m)^5 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}}$$

Desde este punto se tiene la altura de pérdidas equivalente en función del parámetro λ , por lo que en lo sucesivo se va a calcular el valor del mismo. Como se ha comentado con anterioridad, el valor del número de Reynolds para una conducción de sección circular se puede expresar según la ecuación (7)

$$Re = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot D \cdot \mu} = \frac{4 \cdot 0,02667 \frac{m^3}{s} \cdot 1000 \frac{Kg}{m^3}}{\pi \cdot 0,1506m \cdot 0,89 \cdot 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2}} = 2,533 \cdot 10^5 > 2000$$

Por lo que se deduce que el flujo en el interior de la conducción es turbulento. Sabiendo esto se procede a obtener el valor de λ a partir del Diagrama de Moody conociendo que $Re=2,533 \cdot 10^5$ y $\epsilon=9,96 \cdot 10^{-6}$.



Con esto queda definido el parámetro $\lambda=0,015$; en resumen resulta la altura equivalente de pérdidas del tramo de aspiración de la bomba como

$$H_{colec67} = \frac{8 \cdot 0,015 \cdot (3m + 8,6m) \cdot (0,02667 \frac{m^3}{s})^2}{\pi^2 \cdot (0,1506m)^5 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 0,13 m$$

Por último se puede expresar la altura equivalente de pérdidas de la instalación como

$$H_{perd} = H_{asp12} + H_{imp34} + H_{interc45} + H_{imp56} + H_{colec67}$$

$$H_{perd} = 3,419 \cdot 10^{-3} m + 0,3 m + \left(\frac{100 \cdot 10^3 Pa}{1000 \frac{Kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} \right) + 0,24 m + 0,13 m$$

$$H_{perd} = 10,87 m$$

Para continuar se debería llevar a cabo la corrección para líquidos viscosos con la idea de obtener un punto de funcionamiento de la bomba más exacto, pero por las condiciones del fluido y el punto de trabajo obtenido, se puede demostrar la influencia casi nula de dichas correcciones.

Por tanto la altura manométrica para el punto de diseño de la instalación es de

$$H_m = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2 - v_1}{2 \cdot g} + z_2 - z_1 + H_{perd} = 10,87 m$$

Con este dato, se determina el punto de funcionamiento de la bomba como

$$H_m = 10,87 m \text{ y } Q = 0,02667 \frac{m^3}{s}$$

A continuación, se va a llevar a cabo la elección del modelo de bomba conforme a los datos obtenidos, para ello se lleva a cabo la elección entre tres modelos distintos.

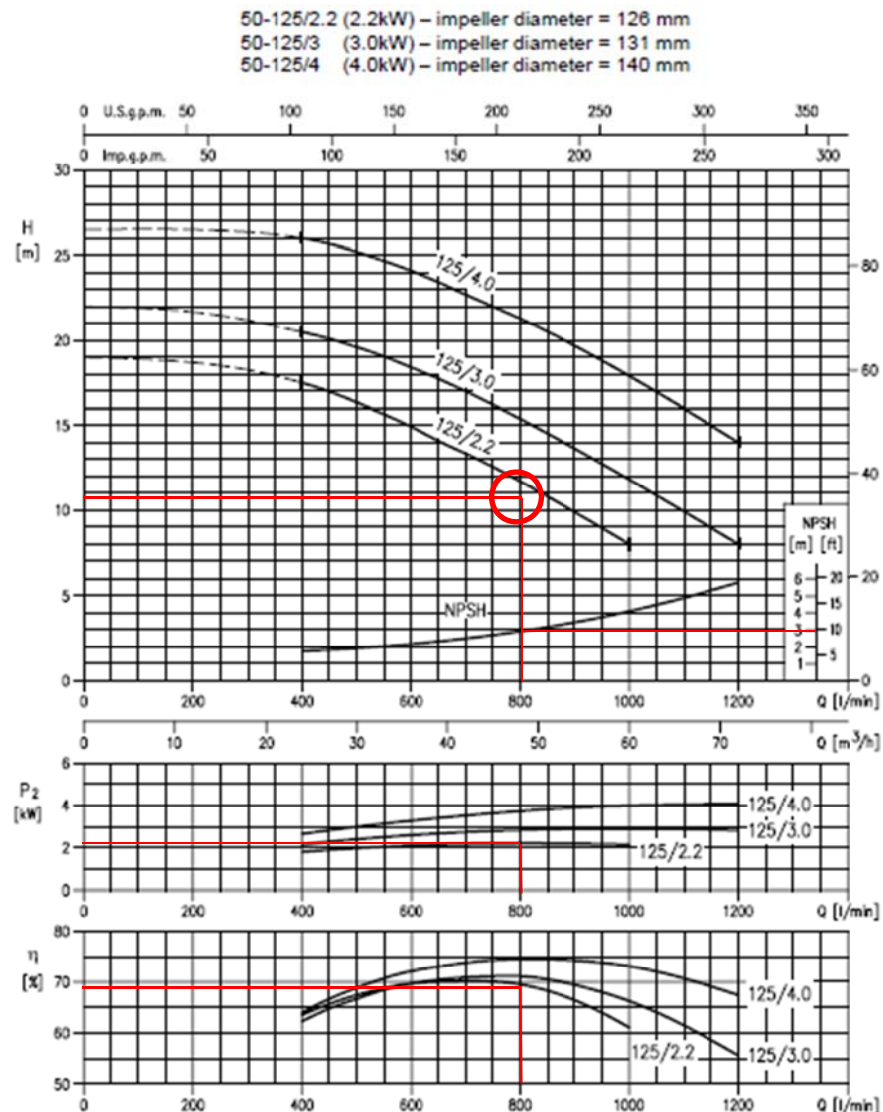


Figura 22. Curvas características de diferentes modelos de bomba para su elección

Con los datos obtenidos, se elige la bomba **EBARA Mod. 3LM 125-50/2.2**, este modelo arroja los siguientes datos técnicos:

- $P_{\text{eléctrica}}: 2,2 \text{ kW}$
- $\eta_{\text{total}} = 69 \%$
- $NPSH_{\text{necesario}} = 3 \text{ m}$

Por último, es necesario calcular el valor del NPSH disponible de la instalación y comprobar que este es superior al NPSH necesario de la bomba que es característico de la misma. Cuando la presión es inferior a la presión de vapor del fluido, se produce la cavitación provocando la formación de vapor de fluido en el interior de la bomba, llegando a provocar daños en el cuerpo, rodete, eje, cierre mecánico, etc.

Disminuyendo incluso el rendimiento de la misma de forma drástica.

El $NPSH_{disponible}$ se calcula de la siguiente forma:

$$NPSH_{disp} = \frac{P_{abs(a)}}{\rho \cdot g} \pm H_{g(a)} - H_{r(a)} - \frac{T_v}{\rho \cdot g} \quad (8)$$

Donde $P_{abs(a)} \equiv$ presión absoluta en la aspiración (Pa)

$\rho \equiv$ densidad del fluido (Kg/m^3)

$g \equiv$ aceleración de la gravedad (m/s^2)

$H_{g(a)} \equiv$ altura geométrica de aspiración (m)

$H_{r(a)} \equiv$ pérdidas de carga totales en la aspiración (m)

$T_v \equiv$ tensión de vapor del fluido a la temperatura de bombeo (Pa)

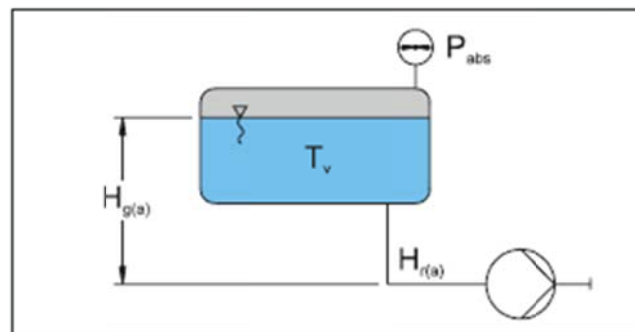


Figura 23. Parámetros de cálculo del NPSH (Net Pressure Suction Head)

El $NPSH_{necesario}$ se obtiene a partir de las curvas características del fabricante.

Para comprobar la condición de no cavitación se debe verificar

$$NPSH_{disp} \geq NPSH_{nec}$$

Para el caso de la bomba escogida

$$NPSH_{disp} = \frac{1,013 \cdot 10^5 Pa}{1000 \frac{Kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} - 2m - 3,419 \cdot 10^{-3}m - \frac{0,87 \cdot 10^3 Pa}{1000 \frac{Kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 8,237m$$

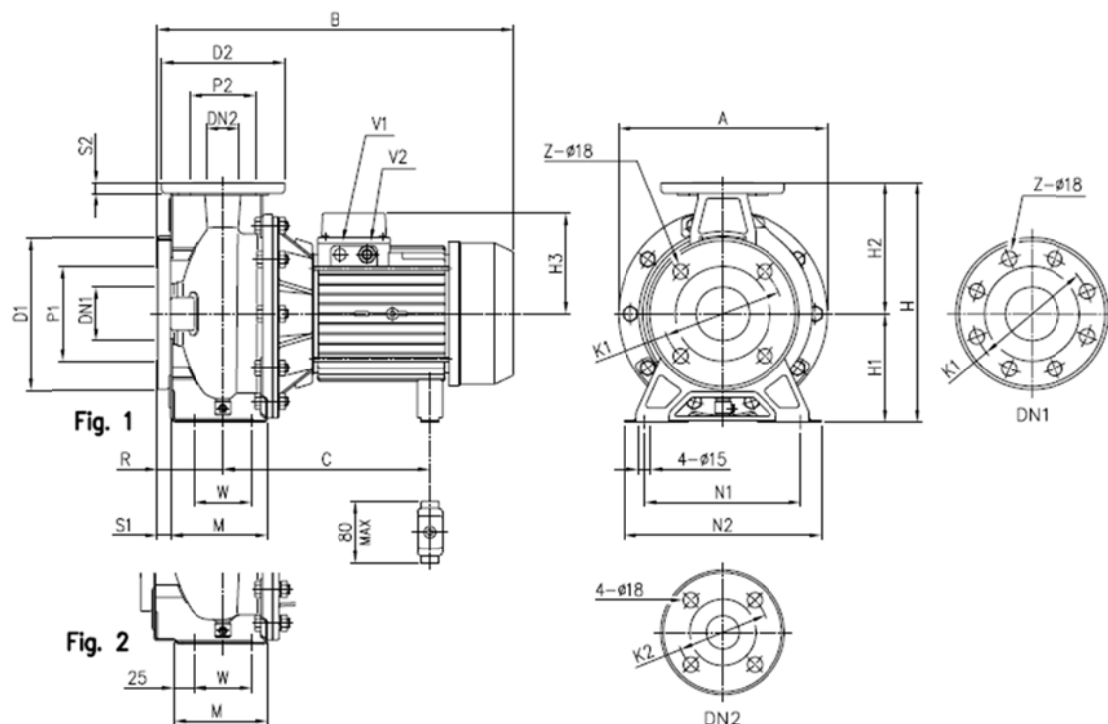
Por tanto y según la expresión

$$NPSH_{disp} \geq NPSH_{nec}$$

$$8,237m \geq 3m$$

Con lo que se verifica que la bomba escogida es válida para la aplicación al sistema de eficiencia energética para el aprovechamiento del agua de proceso en industrias de IV gama.

A continuación se muestran las características más destacables del dispositivo de bombeo escogido



Model	Dimensions (mm)																												Weight [kg]	
	Ø DN1	Ø P1	Ø K1	Ø D1	Ø1 [1]	Z [2]	Ø DN2	Ø P2	Ø K2	Ø D2	Ø2 [3]	Fig	H	H1	H2	[3] [4]	R	W	M	N1	N2	A	B	C	V1 [3]	V2 [4]				
32-125/1.1 (M)	50	95	125	165	16	4	-	32	75	100	140	14	1	252	112	140	124	141	80	70	114	140	190	213	408	219-230	-	PG 13.5	M20x1.5	19.6
32-160/1.5 (M)	50	95	125	165	16	4	-	32	75	100	140	14	1	252	132	160	124	141	80	70	118	190	240	254	408	219-230	-	PG 13.5	M20x1.5	22.2
32-160/2.2 (M)	50	95	125	165	16	4	-	32	75	100	140	14	1	252	132	160	124	141	80	70	118	190	240	254	408	219-230	-	PG 13.5	M20x1.5	24.6
32-200/3.0	50	95	125	165	16	4	-	32	75	100	140	14	1	340	160	180	124	-	80	70	119	190	240	296	433	244-255	-	PG 13.5	-	32.8
32-200/4.0	50	95	125	165	16	4	-	32	75	100	140	14	1	340	160	180	141	-	80	70	119	190	240	296	454	253	-	PG 16	-	39.5
32-200/5.5	50	95	125	165	16	4	-	32	75	100	140	14	1	340	160	180	150	-	80	70	119	190	240	296	475	275	PG 13.5	PG 16	-	48.5
32-200/7.5	50	95	125	165	16	4	-	32	75	100	140	14	1	340	160	180	150	-	80	70	119	190	240	296	517	275	PG 13.5	PG 16	-	57
40-125/1.5 (M)	65	115	145	185	16	4	-	40	80	110	150	14	1	252	112	140	124	141	80	70	114	160	210	213	408	219-230	-	PG 13.5	M20x1.5	20.1
40-125/2.2 (M)	65	115	145	185	16	4	-	40	80	110	150	14	1	252	112	140	124	141	80	70	114	160	210	213	408	219-230	-	PG 13.5	M20x1.5	22.7
40-160/3.0	65	115	145	185	16	4	-	40	80	110	150	14	1	252	132	160	124	-	80	70	118	190	240	254	433	244-255	-	PG 13.5	-	28
40-160/4.0	65	115	145	185	16	4	-	40	80	110	150	14	1	252	132	160	141	-	80	70	118	190	240	254	454	253	-	PG 16	-	35.1
40-200/5.5	65	115	145	185	16	4	-	40	80	110	150	14	2	340	160	180	150	-	100	70	115	212	265	296	495	275	PG 13.5	PG 16	-	48.8
40-200/7.5	65	115	145	185	16	4	-	40	80	110	150	14	2	340	160	180	150	-	100	70	115	212	265	296	537	275	PG 13.5	PG 16	-	56.2
40-200/11	65	115	145	185	16	4	-	40	80	110	150	14	2	340	160	180	178	-	100	70	115	212	265	296	594	359	PG 13.5	PG 21	-	67.5
50-125/2.2 (M)	65	115	145	185	16	4	-	50	95	125	165	15	2	252	132	160	124	141	100	70	114	190	240	254	428	219-230	-	PG 13.5	M20x1.5	28.1
50-125/3.0	65	115	145	185	16	4	-	50	95	125	165	15	2	252	132	160	124	-	100	70	114	190	240	254	453	244-255	-	PG 13.5	-	28.6
50-125/4.0	65	115	145	185	16	4	-	50	95	125	165	15	2	252	132	160	141	-	100	70	114	190	240	254	474	253	-	PG 16	-	35.2
50-160/5.5	65	115	145	185	16	4	-	50	95	125	165	15	2	340	160	180	150	-	100	70	115	212	265	296	495	275	PG 13.5	PG 16	-	49.1
50-160/7.5	65	115	145	185	16	4	-	50	95	125	165	15	2	340	160	180	150	-	100	70	115	212	265	296	537	275	PG 13.5	PG 16	-	55.5
50-200/9.2	65	115	145	185	16	4	-	50	95	125	165	15	2	360	160	200	178	-	100	70	115	212	265	296	594	359	PG 13.5	PG 21	-	61.7
50-200/11	65	115	145	185	16	4	-	50	95	125	165	15	2	360	160	200	178	-	100	70	115	212	265	296	594	359	PG 13.5	PG 21	-	67.5
65-125/4	80	134	160	200	18	8	4	65	115	145	185	15	2	340	160	180	141	-	100	95	140	212	280	254	474	253	-	PG 16	-	40
65-125/5.5	80	134	160	200	18	8	4	65	115	145	185	15	2	340	160	180	150	-	100	95	140	212	280	254	495	275	PG 13.5	PG 16	-	52
65-125/7.5	80	134	160	200	18	8	4	65	115	145	185	15	2	340	160	180	150	-	100	95	140	212	280	254	537	275	PG 13.5	PG 16	-	55.5
65-160/7.5	80	134	160	200	18	8	4	65	115	145	185	15	2	360	160	200	150	-	100	95	140	212	280	296	537	275	PG 13.5	PG 16	-	62
65-160/9.2	80	134	160	200	18	8	4	65	115	145	185	15	2	360	160	200	178	-	100	95	140	212	280	296	594	359	PG 13.5	PG 21	-	67
65-160/11	80	134	160	200	18	8	4	65	115	145	185	15	2	360	160	200	178	-	100	95	140	212	280	296	594	359	PG 13.5	PG 21	-	75

[1] Standard [2] On request [3] Only for three phase [4] Only for single phase

Pump type	Power		Motor		Capacitor		Input [kW]	Full load current [A]			Locked rotor current [A]			
	kW	HP	Size	Type	m F	Vc		230 V	400 V	690 V	230 V	400 V	690 V	
50 Hz														
3(JM 32-125/1.1 M	1.1	1.5	90	-	31.5	450	1.51	6.7	-	-	23.5	-	-	
3(JM 32-125/1.1	1.5	2			-	-	2	5.9	3.4	-	-	36.5	21.1	-
3(JM 32-160/1.5 M	1.5	2			40	450	2.1	9.6	-	-	-	47	-	-
3(JM 32-160/1.5	1.5	2			-	-	2	5.9	3.4	-	-	36.5	21.1	-
3(JM 32-160/2.2 M	2.2	3			50	450	2.95	13.3	-	-	-	63.8	-	-
3(JM 32-160/2.2	2.2	3			-	-	2.8	8.3	4.8	-	-	53.2	30.7	-
3(JM 32-200/3.0	3	4			-	-	3.75	11.3	6.5	-	-	75.5	43.6	-
3(JM 32-200/4.0	4	5.5			-	-	5.1	15.9	9.2	-	-	82.8	47.8	-
3(JM 32-200/5.5	5.5	7.5			-	-	6.7	-	11.8	6.8	-	-	89.7	51.8
3(JM 32-200/7.5	7.5	10			-	-	9.1	-	15.7	9.1	-	-	126	72.5
3(JM 40-125/1.5 M	1.5	2	90	-	40	450	2.1	9.6	-	-	47	-	-	
3(JM 40-125/1.5	1.5	2			-	-	2	5.9	3.4	-	-	36.5	21.1	-
3(JM 40-125/2.2 M	2.2	3			50	450	2.95	13.3	-	-	-	63.8	-	-
3(JM 40-125/2.2	2.2	3			-	-	2.8	8.3	4.8	-	-	53.2	30.7	-
3(JM 40-160/3.0	3	4			-	-	3.75	11.3	6.5	-	-	75.5	43.6	-
3(JM 40-160/4.0	4	5.5			-	-	5.1	15.9	9.2	-	-	82.8	47.8	-
3(JM 40-200/5.5	5.5	7.5			-	-	6.7	-	11.8	6.8	-	-	89.7	51.8
3(JM 40-200/7.5	7.5	10			-	-	9.1	-	15.7	9.1	-	-	126	72.5
3(JM 40-200/11	11	15			-	-	13.1	-	22	12.7	-	-	136	78.7
3(JM 50-125/2.2 M	2.2	3			90	-	50	450	2.95	13.3	-	-	63.8	-
3(JM 50-125/2.2	2.2	3	-	-			2.8	8.3	4.8	-	-	53.2	30.7	-
3(JM 50-125/3.0	3	4	-	-			3.75	11.3	6.5	-	-	98	43.6	-
3(JM 50-125/4.0	4	5.5	-	-			5.1	15.9	9.2	-	-	82.8	47.8	-
3(JM 50-160/5.5	5.5	7.5	-	-			6.7	-	11.8	6.8	-	-	89.7	51.8
3(JM 50-160/7.5	7.5	10	-	-			9.1	-	15.7	9.1	-	-	126	72.5
3(JM 50-200/9.2	9.2	12.5	-	-			11	-	18.8	10.8	-	-	117	67.3
3(JM 50-200/11	11	15	-	-			13.1	-	22	12.7	-	-	136	78.7
3(JM 50-200/15	15	20	-	-			17.5	-	30	17.3	-	-	231	133

Figura 24. Datos técnicos de la bomba EBARA 3LM 125-50/2.2

5.2 SISTEMA ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN

En el presente apartado se van a abordar todos los aspectos técnicos para el correcto dimensionado de los elementos de fuerza que forman la parte eléctrica de la instalación. Para ello en los siguientes sub apartados se aportará la información de partida del diseño y los cálculos justificativos de la elección de los diferentes componentes.

En el caso abordado en el proyecto, alguno de los componentes ya eran existentes, sin embargo solamente se va a llevar a cabo la justificación de los elementos incorporados al sistema con posterioridad como son las bombas de agua que impulsan el agua fría residual a los intercambiadores de placas.

5.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para comenzar, se debe comentar algunos de los aspectos técnicos de la instalación que vienen impuestos como pueden ser el tipo de montaje, canalizaciones, etc.

Las líneas de potencia de cada una de las bombas de los intercambiadores, discurren entre la propia bomba instalada en campo, y el armario eléctrico de potencia y control alojado en la caseta anexa (*ver planos apartado 5.3*).

Algunas de las características preconcebidas de la instalación son las siguientes:

- Instalación en Intemperie (ITC-BT30 REBT 2002)
- Sistema de instalación: Bajo tubo flexible
- Montaje Superficial
- Material conductor: Cobre
- Material aislamiento: XLPE3
- Tensión de Alimentación: 400V@50Hz 3F+N+PE
- Tipo de conductor: Cable Multiconductor

- Instalación Industrial con CT Propietario
- Temperatura exterior: 40°C
- 1 circuito por canalización
- Tipo de carga: Motor eléctrico
- Potencia mecánica: 2,2 kW
- Rendimiento mecánico: 0.85
- Intensidad circulante: 4,07 A
- Longitud de línea: 15 metros

Con estos datos se puede obtener una medida de la sección de cable necesaria a instalar para el circuito de potencia de la bomba anteriormente citada.

5.2.2 INTENSIDAD ADMISIBLE DEL CIRCUITO (I_z)

En la tabla UNE 20460-5-523:2004, se puede determinar la intensidad máxima admisible por el circuito

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm ²													
Cobre													
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-	
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269	
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380	
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
Aluminio													
2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-	
4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-	
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-	
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-	
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-	
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105	
35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130	
50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160	
70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206	
95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251	
120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293	
150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338	
185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388	
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461	

Tabla 3. Intensidades máximas admisibles según el REBT

Como se observa en la presente tabla, seleccionando el valor del aislamiento como XLPE3 y tomando el tipo de instalación como B1 (Conductores aislados en un conducto sobre pared de madera o mampostería) para circuitos trifásicos se obtiene un valor de $I_z=16,5$ A.

Por el tipo de instalación y las características de la misma, no es necesario la aplicación de ningún factor de corrección, por lo que se estima suficiente para la alimentación de la parte de potencia de la bomba eléctrica un conductor de sección $4 \times 1,5 \text{ mm}^2 + 1,5 \text{ mm}^2 \text{ PE}$.

5.2.3 FACTORES DETERMINANTES EN LA SECCIÓN DE CONDUCTOR

A pesar de haber calculado por medio de los criterios técnicos al alcance, la sección de cable correspondiente a la instalación, y debido a la necesidad de instalar un variador de frecuencia para alimentar a la bomba haciendo posible de esta forma su regulación a cargas parciales, se hace necesaria la instalación de una reactancia de alimentación para el variador con las siguientes características



Fig. similar

SINAMICS LINE REACTOR 380-480V 3AC 47-63HZ
I_{LN} = 11,3A STANDALONE

Output current / rated value	11.3 A
Effective power loss	
• at 50 Hz	36 W
• at 60 Hz	39.6 W
Connectable conductor cross-section	
• for line supply conductor	2.5 mm ²
• for load-side outgoing feeder	2.5 mm ²
Design of electrical connection / for PE conductor	M4 screw
Protection class IP	IP20
Width	125 mm
Height	140 mm
Depth	71 mm
Net weight	2.1 kg

Figura 24. Hoja de características de la reactancia de alimentación del variador
Siemens G120

Como se puede observar en la figura anterior, por especificaciones técnicas del elemento de reactancia se hace necesaria la instalación de una línea de alimentación de 2,5 mm², por lo que el cable final escogido para la instalación de potencia de la bomba será del tipo: **Conductor de sección 4 x 2,5 mm² + 2,5 mm² PE con aislamiento XLPE.**

5.2.4 DISEÑO FINAL

A continuación, se muestra el esquema eléctrico final que se ha adoptado para la configuración requerida por las bombas calculadas anteriormente, en él se pueden observar las secciones de cable, así como las distintas protecciones dispuestas para el correcto funcionamiento de la instalación.

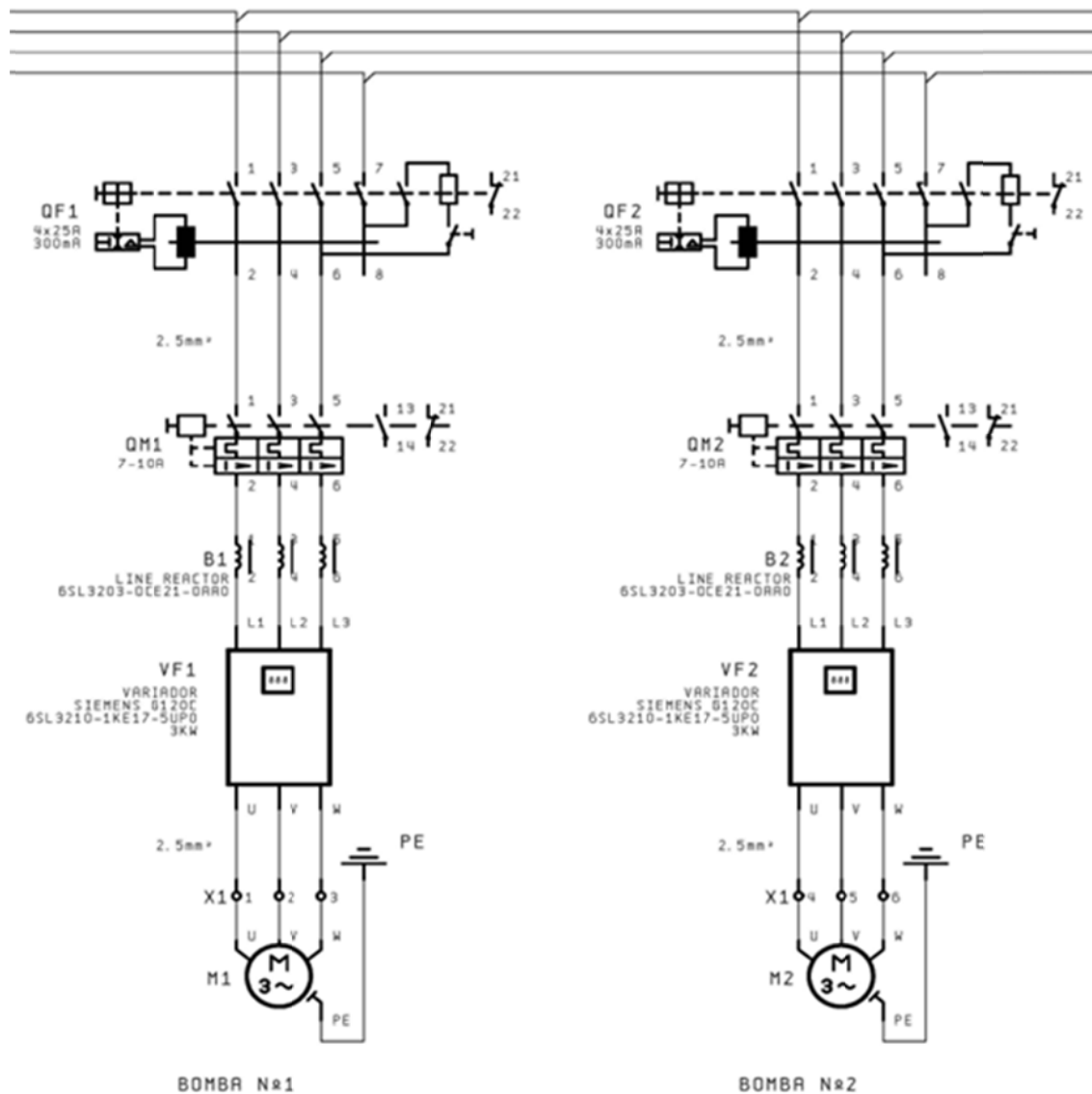


Figura 25. Esquema eléctrico final de alimentación de potencia para las bombas de los intercambiadores de placas

5.3 SISTEMA DE CONTROL DE LA INSTALACIÓN

En el presente apartado se van a abordar todos los aspectos técnicos del sistema de control de proceso para la instalación del sistema de aprovechamiento energético propuesto. Para ello en los siguientes subapartados se aportará la información relativa a los componentes y estrategias de control del sistema global.

5.3.1 TOPOLOGÍA GLOBAL DEL SISTEMA DE CONTROL

Para comenzar se va a exponer una descripción de la topología escogida para el sistema justificando así su validez y constituyendo el eje central en torno al que gira la posterior elección de los componentes.

Como se muestra en la figura a continuación, se observan las distintas capas del sistema de control desde la instrumentación y los elementos de fuerza, pasando por el PLC como cerebro de las operaciones y las distintas interfaces para comunicaciones, HMI, etc.

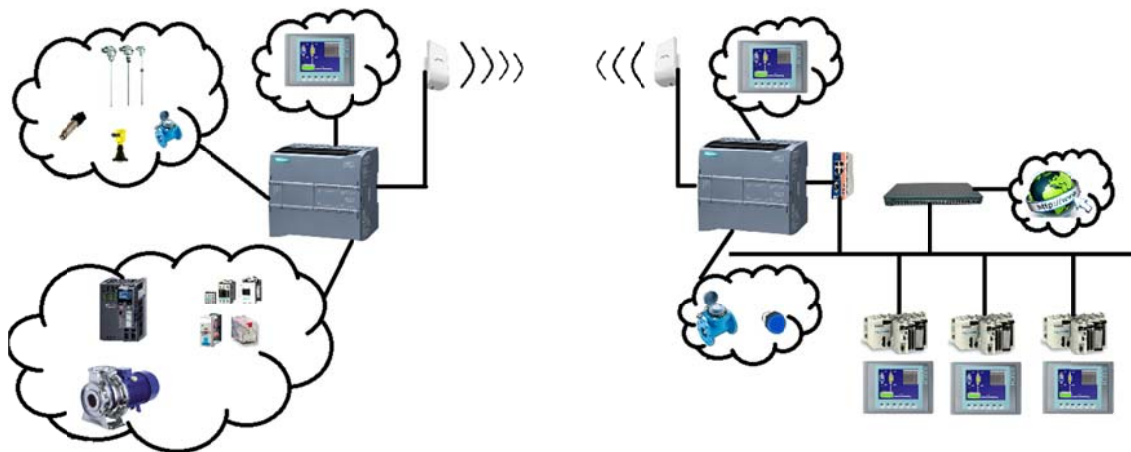


Figura 26. Vista topológica de la solución propuesta para el sistema de control

5.3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN TOPOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL

A continuación se van a exponer varios criterios de contorno que limitan el sistema y por tanto son los que determinan la decisión final de llevar a cabo el sistema de control con la topología expuesta en el apartado anterior.

Como ya se ha comentado la instalación de los elementos y dispositivos para la recuperación de energía se ha dispuesto en los exteriores de la fábrica a 500 m en línea recta desde la misma, de forma que se tienen dos zonas diferenciadas para llevar a cabo el control de proceso. A continuación se muestra un plano de ubicación de los diferentes agentes que intervienen en dicho proceso.

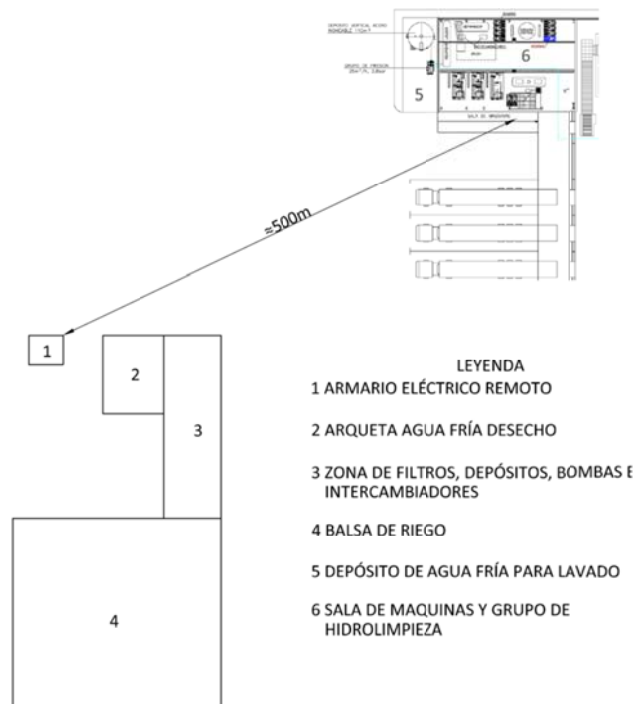


Figura 27. Disposición en planta de las distintas ubicaciones del sistema

Como se observa en la imagen, en los puntos número 1 a 4, se encuentran ubicados todos los elementos del proceso de recuperación energética del agua de proceso junto a la balsa de riego y a los campos de cultivo.

Para el control en este emplazamiento, se ha considerado un PLC considerado local por encontrarse en el ámbito de actuación del proceso. Mediante dicho PLC se controla la instalación de la forma que se detallará más adelante haciendo uso de los sensores expuestos en el punto 4 del proyecto y actuando sobre las bombas y dispositivos

auxiliares.

En realidad mediante el PLC local se podría llevar a cabo el proceso de aprovechamiento energético de manera autónoma, ya que el proceso central está comandado por dicho PLC. Sin embargo, y como se detalla a continuación, existen varias razones por las que se ha considerado la posibilidad de instalación de un nuevo PLC remoto situado en la sala de máquinas de la fábrica. Los motivos que llevan a la instalación de un segundo PLC son los siguientes:

- No presencia de personal cualificado que establezca labores de vigilancia relativas a las averías y alarmas del sistema local.
- Cercanía a la fábrica de forma que pueden establecerse comunicaciones remotas fábrica/instalación sin sobrecoste adicional.
- Capacidad de operación de la instalación desde la sala de máquinas de la propia factoría.
- Evitar daños por corrosión en la nueva instalación por procesos de hidrolimpieza del circuito de agua que trasiega por dicha instalación.

Por estos motivos se ha dispuesto un segundo PLC ubicado en la sala de máquinas de la instalación frigorífica, este es un lugar de vigilancia permanente y por tanto la instalación puede encontrarse cubierta la totalidad de la jornada de trabajo. Para ello se ha dispuesto un piloto de alarma en el exterior de la sala de máquinas que indica cuando la instalación debe ser revisada por personal cualificado, dicho piloto es controlado por el PLC remoto.

De igual forma se ha conectado al PLC remoto un emisor de impulsos ligado al contador de salida de agua que permite conocer en tiempo real el caudal de agua que se está enviando a proceso. Con esto y el caudal de demanda a la desaladora se puede hacer un balance de forma que se detecten fugas de agua en las tuberías o elementos de las instalaciones que se encuentran separadas.

Por otro lado el PLC remoto situado en sala de máquinas se encuentra conectado al panel HMI de la instalación de forma que se permite tanto visualizar, como operar el proceso de aprovechamiento energético sin necesidad de desplazarse a la instalación in-situ. Esto no supone un sobrecoste ya que el PLC es necesario y el panel HMI era existente en la

instalación de frío de la fábrica.

A pesar de todo lo anterior, el motivo principal por el cual se ha considerado el montaje de un PLC remoto al proceso ha sido por protección. Retrocediendo en el proceso, el agua fría aprovechada es utilizada para el proceso de lavado de los productos hortícolas de IV gama; como es lógico las lavadoras de proceso llevan unos estrictos controles de limpieza con productos a veces corrosivos que pueden llegar a dañar componentes críticos del sistema propuesto como las bombas o los propios intercambiadores. Por todo ello y debido a que el grupo de hidrolimpieza del circuito de las lavadoras se encuentra en las proximidades de la sala de máquinas, se va a utilizar el PLC remoto para recibir la señal de puesta en marcha del grupo, en ese momento el PLC remoto enviará al PLC local una señal indicando que dicho grupo está en marcha, con todo esto el PLC local colocará la válvula de by-pass del proceso en abierto, de forma que el agua de limpieza de las lavadoras de proceso discurrirá directamente hacia la balsa de riego sin penetrar en el sistema de aprovechamiento energético evitando así su destrucción.

Las comunicaciones entre los PLC local y remoto se llevarán a cabo mediante dos puntos de acceso Wi-Fi de 5 GHz conectadas a los puertos de comunicación RJ-45 de cada uno de los PLC. Estas antenas proveen un puente de comunicación entre ambos PLC's bajo el protocolo TCP/IP.

En el bus de comunicaciones TCP/IP de la fábrica se encuentran conectados otros PLC que controlan procesos tales como el frío, el riego, etc. Todos ellos se conectan bajo la misma capa de red. Además se pretender gestionar la instalación de un router industrial que provee un servidor VPN de acceso ilimitado y localizado en la nube.

De esta forma se capacita a la instalación para ser telegestionada desde un PC con conexión a internet desde cualquier punto del mundo. Esta característica ofrece grandes ventajas en cuanto a mantenimiento, tiempos de parada, operabilidad de la planta, etc.

Por último, de forma evidente todo el bus de comunicaciones de las instalaciones industriales se encuentra conectado al router general que enlaza directamente con la conexión web de la fábrica.

5.3.3 CONEXIONES ELÉCTRICAS ASOCIADAS A LA INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN

En este apartado se va a exponer las conexiones eléctricas a realizar a nivel de elementos de fuerza y control justificando cada una de ellas en

función de la necesidad de las mismas.

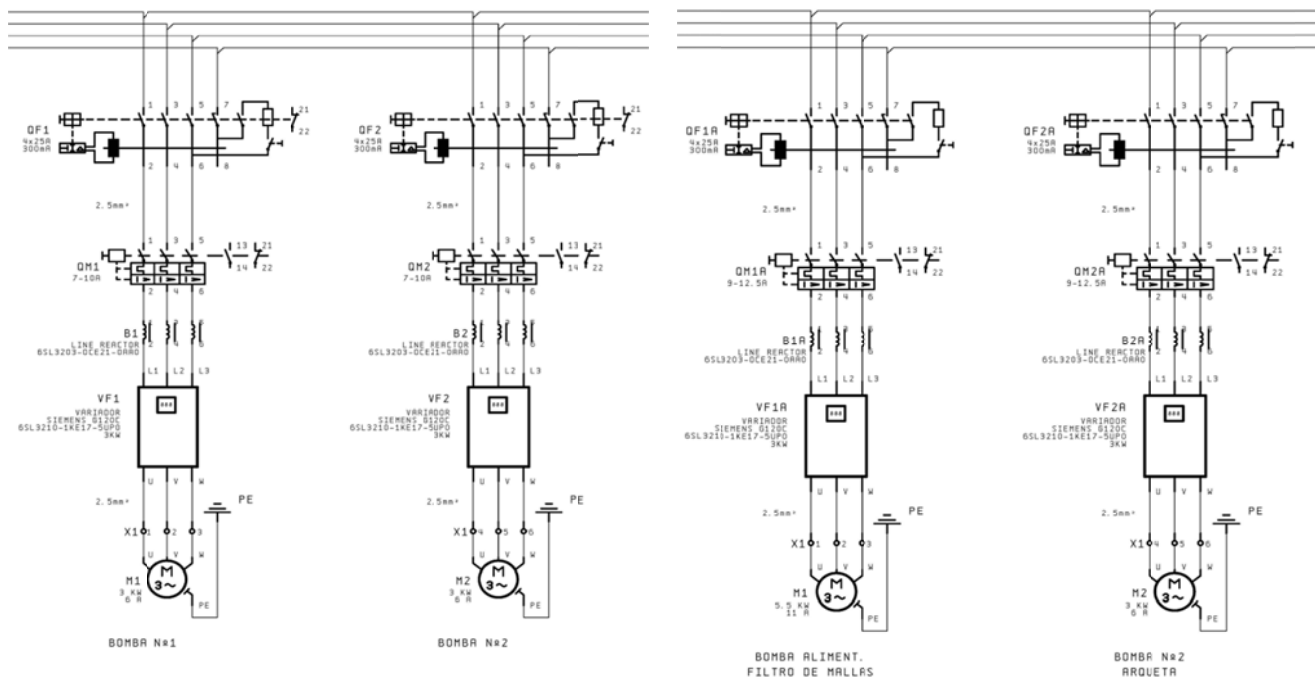


Figura 28. Conexiones eléctricas de la instalación de potencia del sistema

En primer lugar se observa el circuito de potencia de la instalación, en él figuran cuatro bombas. Las bombas nº1 y bomba nº 2 son las encargadas de alimentar los intercambiadores de placas de la instalación, la puesta en marcha de las mismas se lleva a cabo mediante variador de velocidad obteniendo así una regulación precisa y un mayor ahorro energético. La magnitud física que controla el proceso de arranque de las bombas se encuentra en el depósito general de almacenamiento de agua fría para lavadoras de proceso, en dicho depósito se encuentran los sensores de nivel que gestionan el arranque de las bombas.

Por otro lado se encuentran las bombas de alimentación del filtro de malla y la bomba nº2 de la arqueta de desagüe donde llega el agua fría de desecho. La bomba de alimentación del filtro de malla se utiliza para impulsar el agua fría desde el primer depósito de almacenamiento, a través del filtro de malla hacia el segundo depósito de donde aspiran las bombas de los intercambiadores, de forma que la señal que controla la velocidad de la bomba es el nivel del segundo depósito de almacenamiento de agua. Por su parte la bomba nº2 de la arqueta regula la alimentación de agua desde la arqueta principal hacia el filtro rotativo, esta bomba se gestiona mediante la señal de nivel de la arqueta que provee el sensor de nivel analógico basado en el principio

de la reflexión de ondas, mediante esta señal se controla la velocidad del variador de frecuencia para a su vez controlar la velocidad de giro de la bomba.

A continuación pueden observarse las conexiones de los variadores de velocidad de las bombas de alimentación de los intercambiadores con sus respectivas señales de control.

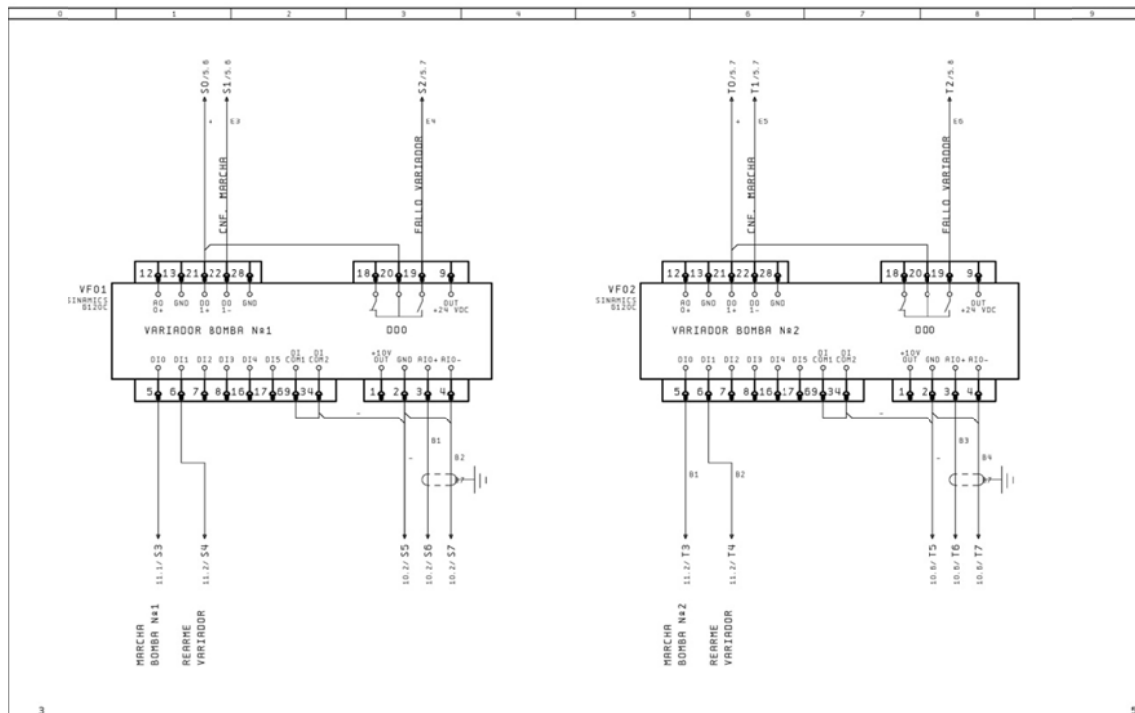


Figura 29. Disposición de señales de variadores de frecuencia para control de velocidad

Como se observa en la figura, destacan varios apartados:

- Salidas digitales: Son las señales de confirmación de marcha del variador que indica que este se ha puesto en marcha una vez dada la orden, y la de fallo de variador, que indica al sistema de control el estado erróneo del mismo.
- Entradas digitales: Son la señal de marcha del variador que indica la necesidad de puesta en marcha una vez que el PLC lo ordena, y por otro lado la señal de rearme del variador que se utiliza para resetear el mismo en caso de fallo.
- Salidas analógicas: Esta señal se introduce en el módulo correspondiente de PLC y es la que indica la velocidad real a la que se encuentra girando la bomba correspondiente.

Para continuar se va a mostrar la conexión de la unidad central (CPU) del PLC donde aparecen los distintos dispositivos de operación y comunicaciones como son el panel táctil HMI o las antenas de comunicación entre las estaciones remota y local.

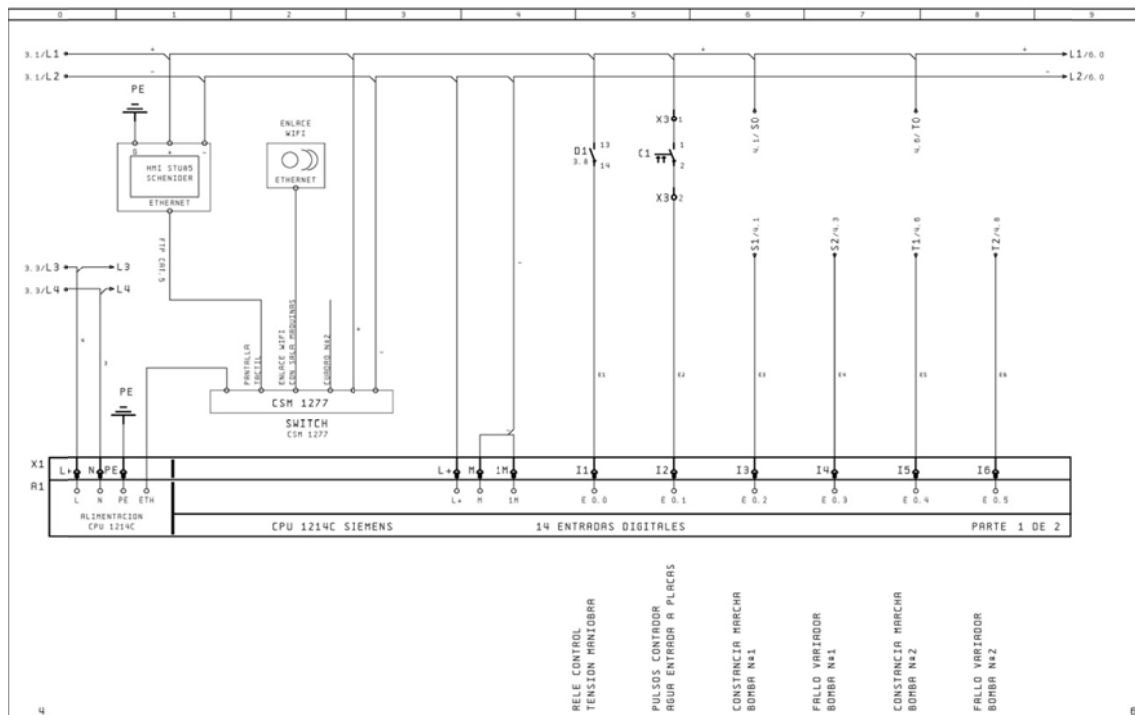


Figura 30. Unidad central de los módulos de PLC para el control de la instalación

Como se observa en la imagen, independientemente de las señales de entrada digitales que se expondrán más adelante, pueden verse cuatro elementos diferenciados, a saber:

- CPU SIEMENS 1214C: Es la unidad central de operación escogida para el control del proceso, se ha escogido esta referencia por la relación calidad-precio de la misma, al igual que por la sencillez en la integración y la capacidad de absorber la gestión de las señales del proceso.
- SWITCH SIEMENS CSM 1277: Consiste en un switch de comunicaciones a nivel TCP/IP que permite la interconexión en una misma red de todos los elementos del sistema local como panel táctil HMI, Punto de acceso de comunicación mediante Wi-Fi, así como la propia CPU del PLC.

- **PANEL TÁCTIL TELEMECANIQUE STU855:** Mediante este panel se llevan a cabo las labores de operación sobre el proceso y el sistema de control, se ha escogido este panel por su integración con el software HMI existente, de forma que puede monitorizarse no solo el proceso sino el estado de la fábrica entera desde la estación remota. De igual forma dispone de conexión Ethernet por lo que puede ser fácilmente telegestionada desde cualquier punto.
- **PUNTO DE ACCESO WI-FI NANO STATION LOCO M5:** El punto de acceso es una antena de tecnología Wi-Fi que opera en el rango de 5 GHz lo que impide que interfiera en el rango común de operación del resto de redes que lo hacen a 2,4 GHz. Para la elección de este sistema se ha tenido en cuenta la distancia de la fábrica, los objetos intermedios, así como su coste y su eficacia. Con todo ello se estima que cumple las expectativas para llevar a cabo la interconexión de las estaciones local y remota separadas unos 500 metros en línea recta aproximadamente.

Por último se van a exponer las distintas señales de entrada/salida, analógicas y digitales que se han estimado oportunas para una correcta estrategia de control del proceso de aprovechamiento energético. De igual forma puede observarse en los anexos al proyecto, el esquema eléctrico completo de la instalación donde se muestran con más detalle todas las conexiones que se han tenido en cuenta para el montaje de la misma.

ENTRADAS DIGITALES

- **Relé control tensión maniobra:** Es la señal que indica que existe alimentación en el circuito de maniobra, de forma que si aparece un fallo o avería se desconecta y permite al sistema de control generar un aviso al respecto.
- **Pulsos contador agua entrada a placas:** Es la señal de pulsos que indica el caudal de agua del contador de entrada al sistema de recuperación.
- **Constancia de marcha variador nº1:** Es la señal que indica que el variador ha arrancado una vez se le ha transmitido la orden de arranque. Se utiliza para confirmar su puesta en marcha.
- **Fallo Variador nº1:** Es la señal que indica fallo en el variador de velocidad.

- Constancia de marcha variador nº2: Es la señal que indica que el variador ha arrancado una vez se le ha transmitido la orden de arranque. Se utiliza para confirmar su puesta en marcha.
- Fallo Variador nº2: Es la señal que indica fallo en el variador de velocidad.
- Indicador válvula abierta placas 1: Indica la posición abierta del actuador eléctrico, y por tanto de la válvula de entrada al intercambiador de placas nº 1.
- Indicador válvula cerrada placas 1: Indica la posición cerrada del actuador eléctrico, y por tanto de la válvula de entrada al intercambiador de placas nº 1.
- Indicador válvula abierta placas 2: Indica la posición abierta del actuador eléctrico, y por tanto de la válvula de entrada al intercambiador de placas nº 2.
- Indicador válvula cerrada placas 2: Indica la posición cerrada del actuador eléctrico, y por tanto de la válvula de entrada al intercambiador de placas nº 2.
- Paro de emergencia sistema enfriamiento: Es la señal de parada de emergencia de la planta, que se activa mediante la seta dispuesta en la puerta del cuadro.
- Pulsador rearme avería: Es la señal que indica la intención de rearmar una avería, de forma que dicha avería desaparecerá solo si el factor que la causó ha desaparecido. Para activar la señal se utiliza un botón en la puerta del cuadro.
- Indicador válvula abierta a balsa: Es la señal que indica la posición abierta del actuador eléctrico, y por tanto de la válvula de by-pass hacia la balsa para evitar que el agua penetre en el sistema de recuperación.
- Indicador válvula cerrada a balsa: Es la señal que indica la posición cerrada del actuador eléctrico, y por tanto de la válvula de by-pass hacia la balsa para que el agua penetre en el sistema de recuperación.
- Nivel cámara bombas envío a placas: Es la señal que indica que la cámara de alimentación de bombas del segundo depósito de

almacenamiento tiene nivel suficiente para alimentar dichas bombas. De forma que estas dejan de funcionar en caso de defecto de nivel. Este defecto puede deberse a falta de caudal o por lo general a suciedad alojada en el filtro de malla.

ENTRADAS ANALÓGICAS

- Sensor presión medida nivel depósito nº2: Es la señal que mide el nivel del depósito nº 2 a través de la presión que el agua ejerce sobre una membrana rasante que incorpora la sonda.
- Sensor nivel ultrasonidos arqueta: Es la señal de nivel de la arqueta que se utiliza para la regulación de caudal de las bombas que alimentan la primera etapa de filtración (filtro rotativo).
- Sensor nivel ultrasonidos depósito nº1: Es la señal de nivel del depósito nº 1 que se utiliza para la puesta en marcha de la bomba de 5kW y el paso del agua por la segunda etapa de filtración.
- Temperatura entrada a placas residual: Es la señal de temperatura de entrada del agua residual a ambos intercambiadores de placas, se utilizará para controlar la potencia de aprovechamiento del proceso.
- Temperatura salida a placas nº1 residual: Es la señal de temperatura de salida del agua residual del intercambiador de placas nº1, se utilizará para controlar la potencia de aprovechamiento del proceso.
- Temperatura salida a placas nº2 residual: Es la señal de temperatura de salida del agua residual del intercambiador de placas nº2, se utilizará para controlar la potencia de aprovechamiento del proceso.
- Temperatura entrada a placas agua de consumo: Es la señal de temperatura de entrada del agua de consumo del proceso de lavado a ambos intercambiadores de placas, se utilizará para controlar la potencia de aprovechamiento del proceso.
- Temperatura salida placas nº1 agua consumo: Es la señal de temperatura de salida del agua de consumo del proceso de lavado del intercambiador de placas nº 1, se utilizará para controlar la potencia de aprovechamiento del proceso.

- Temperatura salida placas nº2 agua consumo: Es la señal de temperatura de salida del agua de consumo del proceso de lavado del intercambiador de placas nº 2, se utilizará para controlar la potencia de aprovechamiento del proceso.
- Presión salida filtro de malla: Es la señal de presión de la cámara interna de la segunda etapa de filtración, se utiliza para conocer cuando está sucio y realizar el proceso de auto-limpieza.

SALIDAS ANALÓGICAS

- Control velocidad bomba placas nº1: Es la salida que regula la velocidad de la bomba del intercambiador de placas nº 1, regulando así el caudal de agua para mantenerlo constante en las condiciones de diseño del mismo. Se utiliza un variador de velocidad intermedio entre PLC y la bomba.
- Control velocidad bomba placas nº2: Es la salida que regula la velocidad de la bomba del intercambiador de placas nº 2, regulando así el caudal de agua para mantenerlo constante en las condiciones de diseño del mismo. Se utiliza un variador de velocidad intermedio entre PLC y la bomba.

SALIDAS DIGITALES

- Marcha bomba nº1: Es la señal que indica la puesta en marcha de la bomba nº 1 que impulsa el agua residual fría al intercambiador nº 1.
- Marcha bomba nº2: Es la señal que indica la puesta en marcha de la bomba nº 2 que impulsa el agua residual fría al intercambiador nº 2.
- Rearme variador bomba nº1/nº2: Es una señal común que indica a los variadores de las bombas nº 1 y nº 2 el rearme en caso de avería. Dicha avería desaparecerá siempre que la causa que la hizo aparecer, haya desaparecido.
- Marcha relé control cuadro viejo arqueta: Es la señal que indica que la alimentación de la maniobra que controla las bombas existentes en la arqueta inicial está correcta. Si aparece un fallo o avería en el circuito de maniobra, el relé se abre indicando el pertinente aviso al sistema de control.
- Marcha válvula bomba nº1 a placas: Es la señal que indica la

apertura de la válvula que une la bomba nº 1 con el intercambiador de placas nº 1, asegurando así el paso de fluido hacia el intercambiador siempre que la bomba se encuentre en marcha.

- Marcha válvula bomba nº2 a placas: Es la señal que indica la apertura de la válvula que une la bomba nº 2 con el intercambiador de placas nº 2, asegurando así el paso de fluido hacia el intercambiador siempre que la bomba se encuentre en marcha.
- Marcha válvula a balsa: Es la señal que indica la apertura de la válvula que realiza el by-pass de forma que el agua fría residual no penetre en el proceso y se vierta a la balsa directamente. Se utiliza para impedir que la hidrolimpieza del circuito de agua provoque corrosión y daños en general a los componentes del circuito.
- Avisador luminoso de avería: Es la señal que enciende el piloto avisador de avería en el cuadro eléctrico remoto y en la sala de máquinas local. De esta manera puede conocerse de forma visual la existencia de cualquier incidencia.

5.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR SIEMENS S7-1200

El controlador modular SIMATIC S7-1200 es el corazón de la nueva línea de productos de la marca Siemens para las tareas de automatización sencillas y de alta precisión.

El controlador S7-1200 ofrece a los profesionales de la instalación un amplio abanico de características entre las que destacan las siguientes:

- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits.
- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado
- Entradas analógicas integradas
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic v11/12 para la configuración y programación no sólo del S7-1200, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels.

- Servidor web incorporado con funciones de web personal
- Bajo coste y alta capacidad de integración en sistemas existentes.

El nuevo sistema S7-1200 desarrollado viene equipado con tres modelos diferentes de CPU (CPU 1211C, CPU 1212C y CPU 1214C) que se podrán expandir a las necesidades y requerimientos de las máquinas.

Un Signal Board puede añadirse en la parte frontal de cualquiera de las CPUs de manera que se pueden expandir fácilmente las señales digitales y analógicas sin afectar al tamaño físico del controlador.

A la derecha de la CPU pueden colocarse los módulos de ampliación de E/S digitales y analógicos.

La CPU 1212C está capacitada para aceptar hasta dos módulos y la CPU 1214C hasta un total de ocho módulos de señal.

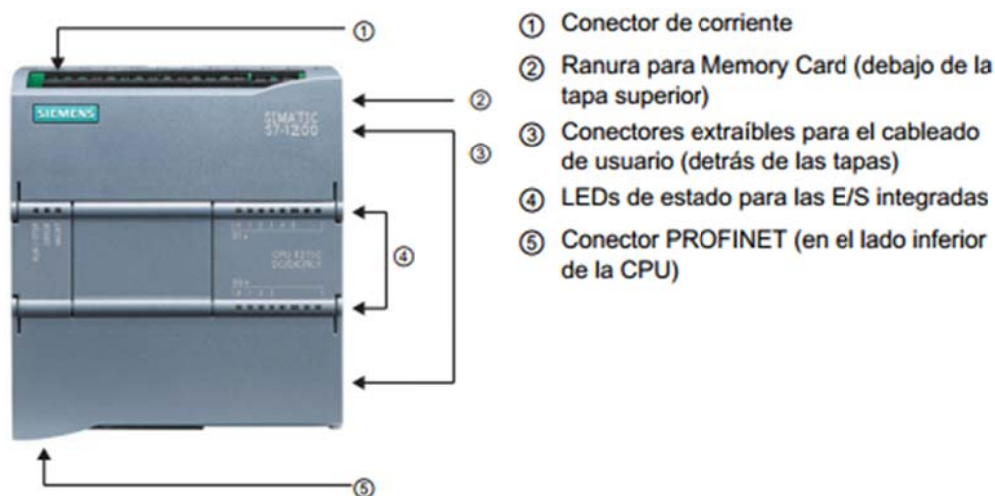


Figura 31. Descripción visual de las partes que conforman el controlador S7-1200

COMUNICACIONES INDUSTRIALES

Todas las CPUs Simatic S7-1200 pueden equiparse hasta con tres Communication Modules a la izquierda del controlador, lo que permite una comunicación sin discontinuidades, de entre las que destacan:

- Industrial Ethernet/PROFINET, La interfaz PROFINET integrada garantiza una comunicación con el sistema de ingeniería STEP 7 Basic integrado y con PROFINET IO devices. Esta interfaz permite la programación y la comunicación con los Basic Panels para la

visualización, con controladores adicionales y con equipos de otros fabricantes.

- Los protocolos abiertos de Ethernet TCP/IP native e ISO-on-TCP hacen posible la conexión y la comunicación con varios equipos de otros fabricantes.
- PROFIBUS DP. Los nuevos módulos PROFIBUS MASTER (CP1243-5) y PROFIBUS Slave (CP1242-5) permiten la integración en la automatización estándar.

FUNCIONES TECNOLÓGICAS INTEGRADAS

- Entradas de alta velocidad para conteo y medición
 - Funciones de tratamiento de datos para elaboración de históricos.
 - Salidas de alta velocidad para regulación de velocidad, posición y punto de operación.
- Bloques de función para control de movimiento conforme a PLCopen
 - Funcionalidad PID para lazos de regulación

5.3.5 PROGRAMACIÓN Y ESTRATEGIA DE CONTROL MEDIANTE SIMATIC S7-1200

La programación del dispositivo PLC se va a llevar a cabo con el software TIA Portal V12 de la marca Siemens, este software permite la configuración y programación de la familia de controladores S7 de la misma marca.

Para comenzar se va a configurar el apartado de hardware del controlador, en él se definen los módulos reales de entradas/salidas analógicas/digitales, además de los módulos de comunicaciones, etc. De esta forma se consigue llevar a cabo la configuración de los mismos.

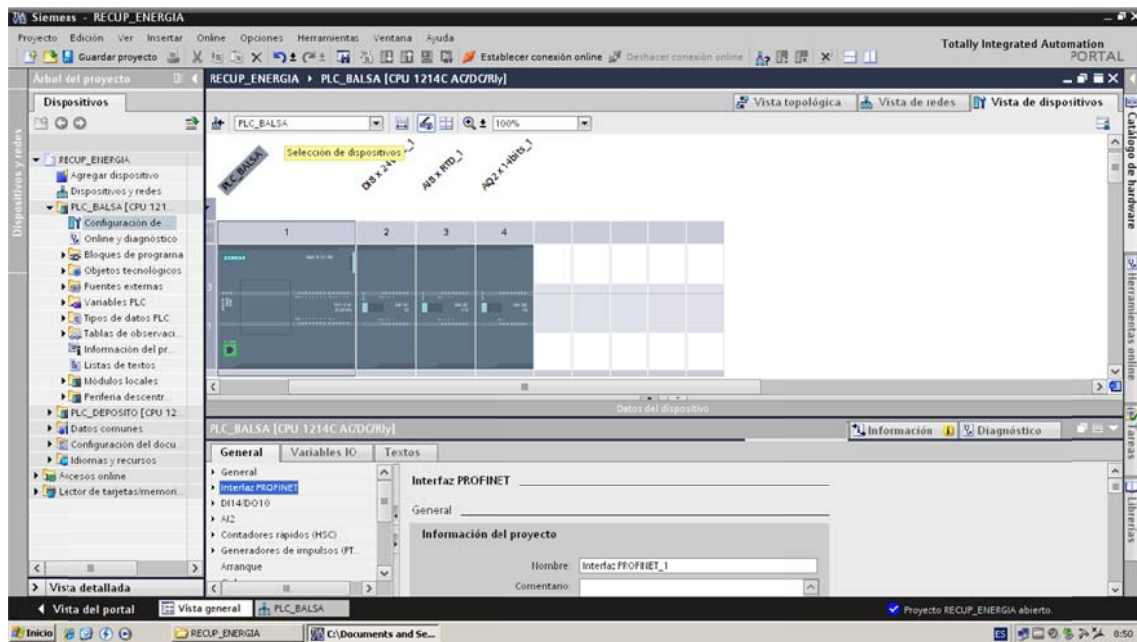


Figura 32. Configuración hardware de los dispositivos que integra el controlador de la instalación

El siguiente paso para la programación del controlador de la planta es la definición de las entradas/salidas en los módulos existentes de forma que se asigne a cada una de ellas una función unívoca, ya que a posteriori esto se traduce en la activación de unos componentes u otros.

29	E_RESERVA_3	ENTRADAS	Bool	%I2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	E_RESERVA_2	ENTRADAS	Bool	%I2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	E_RESERVA_1	ENTRADAS	Bool	%I2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	A_BBA1	SALIDAS	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	A_RESET_VF_BBAS	SALIDAS	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	A_BBA2	SALIDAS	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	A_RELE_INIV_CUAD_VIEJO	SALIDAS	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RELE QUE ACTIVA BOMBAS
36	A_VAL_BBA1_A_PLAC	SALIDAS	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	A_VAL_BBA2_A_PLAC	SALIDAS	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	A_VAL_A_BALSA	SALIDAS	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	A_VAL_A_RAMB	SALIDAS	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	A_SOL_LIMPIEZA	SALIDAS	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	A_AVIS_LUN_AVER	SALIDAS	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	PEW_T_RESI_ENT_PLACAS	ENTRADAS_ANALO...	Int	%IW96	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	PEW_T_RESI_SAL_PLAC_1	ENTRADAS_ANALO...	Int	%IW98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
44	PEW_T_RESI_SAL_PLAC_2	ENTRADAS_ANALO...	Int	%IW100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 33. Definición de entradas/salidas analógicas y digitales del proyecto

Una vez se han realizado todas las configuraciones necesarias, se puede comenzar con la programación de las rutinas a ejecutar por parte de la instalación. Como puede observarse en las imágenes anteriores, en el árbol de programa del entorno TIA Portal V12 aparece un apartado llamado bloques de programa, en este apartado se deberán de incorporar las estrategias de programación del proyecto. Para la programación se utilizarán tanto lenguaje de contactos KOP, como lenguajes estructurados como el SCL.

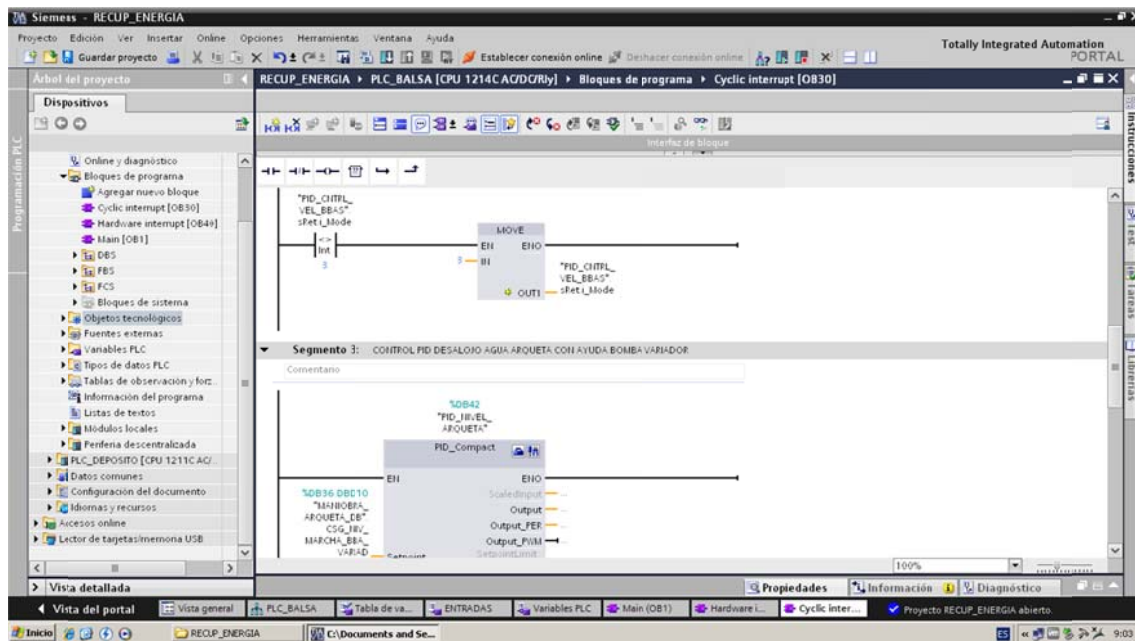


Figura 34. Programación de un control PID en el entorno TIA Portal V12

Para el presente proyecto se han utilizado diferentes estructuras de programación, algunas de ellas se detallan a continuación:

- Alarmas generales de planta y alarmas de escalado analógico: Son todos los avisos de alarma de la planta que indican incidencias pre programadas y que se utilizan tanto para mostrar al usuario dicha alarma, como de forma interna para tomar las acciones protectoras convenientes. En cuanto a las alarmas de escalado analógico indican cuando una entrada analógica muestra un valor fuera de los límites de trabajo de la sonda real, de forma que se pueda detectar un error en dicha sonda.
- Cálculo de la potencia y energía de la instalación: Estos bloques implementan los controles necesarios para el cálculo de la potencia y energía térmica instantánea recuperada. Para ello utilizan fórmulas científicas y cálculos internos así como el uso de otros bloques como el cálculo de caudal por medio del conteo de pulsos.
- Controles del estado de entradas analógicas: En este bloque se vigila el estado de las diferentes entradas analógicas de la instalación y se programan las actuaciones a determinar en caso de que dichas entradas superen los valores de consigna.
- Data Logger: Esta función cobra gran importancia en el proyecto ya que permite tener un registro histórico de las variables

deseadas de la instalación, además permite el acceso al PLC mediante interfaz web para la descarga de ficheros.

- Bloques de control de las comunicaciones: Estos bloques permiten saber si las comunicaciones de los diferentes dispositivos siguen activas y el estado de las mismas. En caso de error en las comunicaciones se toman las medidas pertinentes para que no puedan dañarse los elementos de la instalación.
- Otras funciones auxiliares: Estas funciones permiten llevar a cabo sub tareas dentro y fuera del PLC, dichas tareas son genéricas no intervienen en el objetivo final del programa. Algunas de estas funciones son las de puesta en hora, escalado de entradas analógicas a diferentes señales de referencia, visualización del estado de componentes de la instalación, encendido de pilotos como el de avería, etc.

5.3.6 CARACTERÍSTICAS DEL PANEL HMI SCHNEIDER MAGELIS STU855

Para el objetivo de operación y parametrización del proceso de recuperación energética del agua residual procedente de las lavadoras de los productos de IV gama, se ha escogido el panel HMI de la marca Schneider Magelis STU855.

El motivo de esta elección ha venido impuesto por las condiciones previas de la instalación, ya que dicha instalación estaba dotada de paneles HMI de la marca Schneider. Por tanto, la elección un panel de esta marca es prácticamente imprescindible ya que de otra forma no se podría incorporar los sinópticos de la nueva planta, a la instalación ya existente, y por tanto la integración de la planta se vería perjudicada en este sentido.

Con esta elección se consigue la operación de la planta remota de recuperación energética sin la necesidad de desplazamiento a la misma. Lo que al fin y al cabo reduce los tiempos de intervención y operación.



Figura 35. Panel HMI Schneider Magelis STU 855

Algunas de las características más importantes de este panel de operador son las siguientes:

- Visualización, parametrización y mando de las variables de proceso: Este tipo de paneles permiten la visualización de los parámetros de control de la fábrica, así como su ajuste y otras órdenes que afectan al funcionamiento de la misma de forma rápida e intuitiva.
- Gestión de alarmas de la instalación: El software de programación de los terminales incorpora un gestor de alarmas y avisos de la instalación que permite gestionar la misma de forma eficiente y segura.
- Capacidad de reportes gráficos y tabulados: El panel permite la visualización histórica de datos en forma de gráficos o tablas de las diferentes variables de proceso.
- Comunicación Ethernet: La posibilidad de conexión a una red Ethernet permite la interoperabilidad con la gran mayoría de dispositivos PLC existentes. Igualmente permite la transferencia de datos remotos, así como la operación mediante interfaz web del panel por medio de la extensión WebClient de Schneider.

5.3.7 CONFIGURACIÓN DEL PANEL HMI SCHNEIDER MAGELIS STU855

Para la configuración del panel HMI Magelis STU855 se ha utilizado el software Vijeo Designer desarrollado por la casa Schneider para este tipo de paneles.

En los siguientes apartados se observan las principales funciones que pueden llevarse a cabo para la programación de sinópticos en el panel

HMI.

VISUALIZACIÓN DE UNA VARIABLE DE ENTRADA/SALIDA

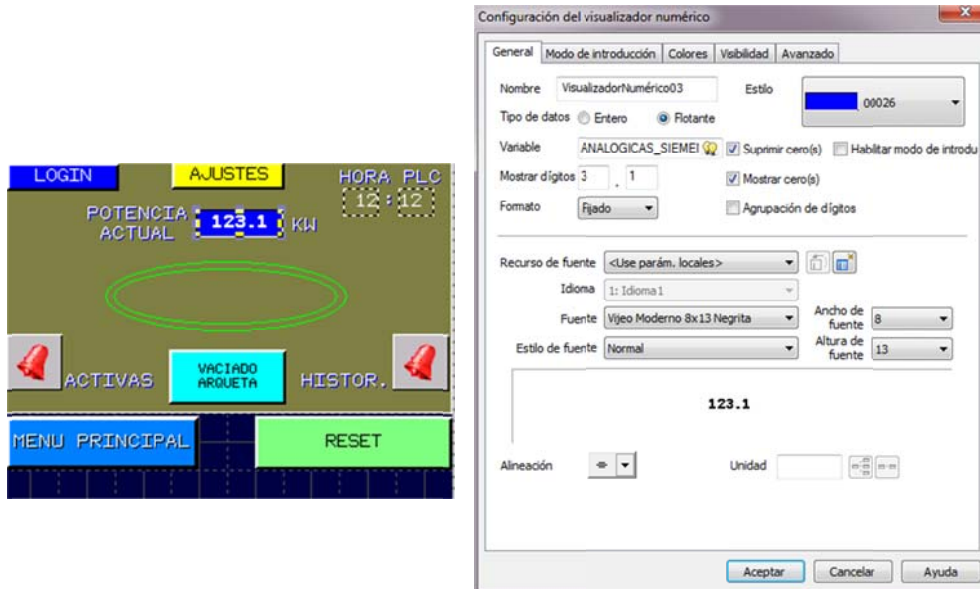


Figura 36. Configuración de una variable de Entrada/Salida en el Panel HMI STU855

Como puede verse en la figura anterior para mostrar un campo o variable de salida o de entrada/salida en el panel HMI basta con insertar el objeto de la librería desde el programa Vijeo Designer, haciendo doble clic sobre el control insertado se despliega el menú de propiedades.

Este menú permite asociar una variable de PLC que es en definitiva una variable de proceso, al control escogido, al final se pretende mostrar/modificar ciertos parámetros que regulan, actúan o controlan el proceso global.

Estos controles, además de permitir la asociación de una variable también permite su dinamización de forma que pueden asignarse distintos colores, fuentes orientaciones, etc. Para obtener al final un tipo de control adaptado a las necesidades estéticas y funcionales del proyecto.

CONTROL INTERNO MEDIANTE INTERRUPTOR

Como se muestra en la siguiente imagen, el control interno mediante interruptor suele utilizarse para cambiar de sinóptico dentro del propio panel de operador, de forma que el usuario pueda navegar por los distintos menús y paneles de proceso.

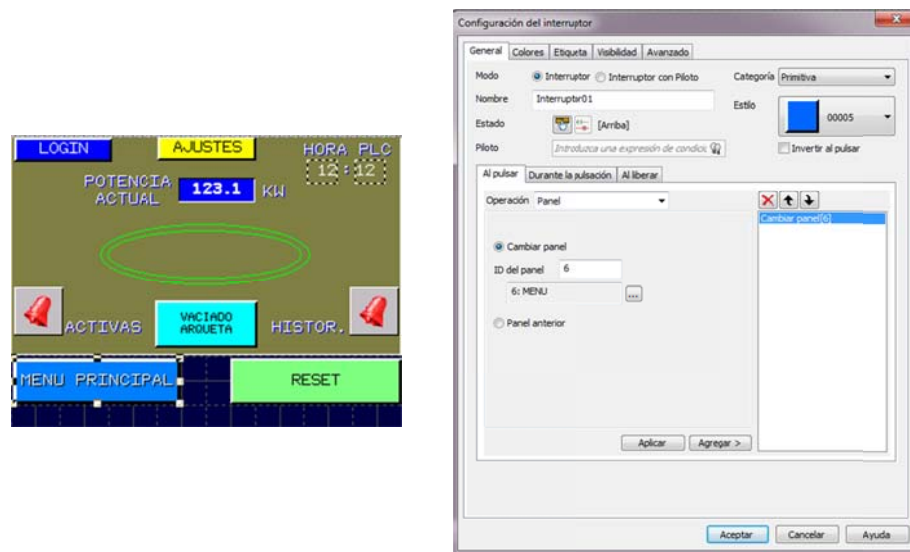


Figura 37. Parametrización de un control interno mediante interruptor para cambio de pantalla

Como puede observarse, en el menú permite indicar cuando tomar la acción (al pulsar), que operación realizar (ir a panel) y el id. Del panel al que se desea ir mediante la pulsación del control (Panel nº 6: MENÚ).

CONTROL EXTERNO MEDIANTE INTERRUPTOR

El control externo mediante interruptor se rige por el mismo principio que el anterior, pero en este caso se utiliza como un interruptor virtual que permite llevar a cabo operaciones fuera del panel de operador, actuando sobre una variable de proceso.

Un ejemplo claro de este tipo de controles es interruptor ON/OFF para el paro/marcha de una bomba, a continuación se muestran las características más importantes de la programación de dicho control.

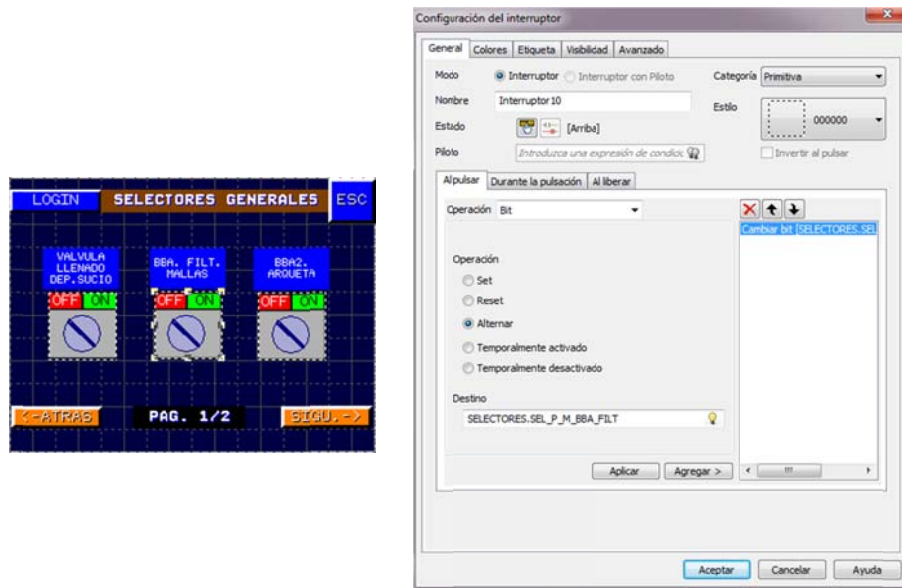


Figura 38. Configuración para la programación de un interruptor de control externo

En la figura anterior puede verse como en este caso el tipo de operación no es ir a panel, sino bit, que significa que el control actuará sobre el bit que se especifique en el campo Destino, la operación que se llevará a cabo con este bit será la de Alternar que significa cambio de estado, de OFF a ON o viceversa.

CONTROL VISUAL DINÁMICO

Este tipo de controles se utilizan para la visualización rápida e intuitiva del estado de los diferentes elementos de la instalación, por ejemplo para conocer si un componente se encuentra en estado de marcha o parada.

En la siguiente imagen se muestra la configuración más usual para este tipo de controles.

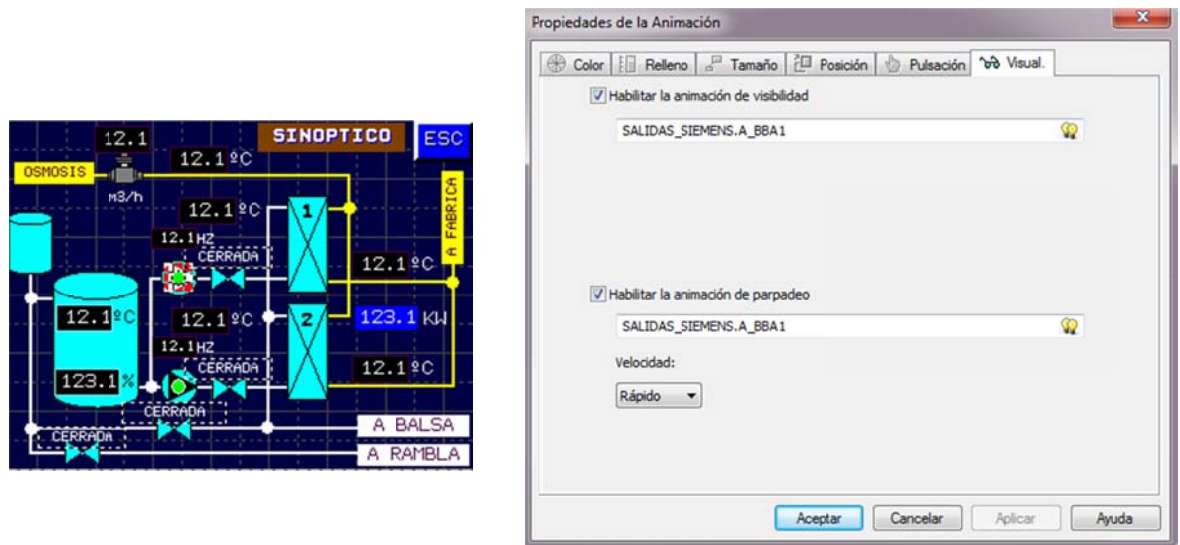


Figura 39. Configuración de un control visual dinámico para estado de bomba en HMI

En el caso que nos ocupa se configura un control visual dinámico para la observación del estado de la bomba que impulsa el agua al intercambiador de placas nº 1 de la instalación. En las propiedades de esta animación permite asociar la visibilidad del control y el parpadeo del mismo a una variable externa, en este caso se ha configurado la variable de salida de PLC que pone en marcha la bomba. De la misma manera puede escogerse la velocidad del parpadeo del control visual.

OTROS CONTROLES

Los controles anteriores son los más utilizados para elaborar la programación de los dispositivos HMI mediante la plataforma Vijeo Designer, igualmente existen otros tipos de controles como mensajes de texto dinámico, gestor de alarmas y avisos, controles de ajuste de pantalla, etc.

5.3.8 CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G 120

El variador de frecuencia Sinamics G120 es el regulador de la marca Siemens para la gama de potencias entre 0,55 – 18,5 kW. Se utiliza para llevar a cabo la regulación de velocidad de trabajo de las bombas en el caso que nos ocupa.



Figura 40. Variador de frecuencia Sinamics G120c utilizado para el control de velocidad en las bombas hidráulicas de la instalación

Las principales prestaciones de esta gama de variadores son las siguientes:

- Pequeño tamaño: Esta característica permite su montaje en armarios eléctricos de pequeño tamaño lo que permite su adaptación a pie de máquinas.
- Facilidad de manejo: Tanto la interfaz de pantalla como la de PC proveen un juego de parámetros optimizado y una sencillez extrema para su configuración.
- Instalación y mantenimiento rápidos: Su rapidez a la hora de llevar a cabo la instalación del mismo mediante bornes enchufables y anclajes rápidos permiten una puesta en marcha rápida e intuitiva. Además permite la sustitución instantánea mediante la copia de parámetros en pantalla o tarjeta SD.
- Funciones tecnológicas avanzadas: El variador integra funciones de regulación tecnológicamente desarrolladas como regulación vectorial sin encóder de alta eficiencia energética, reducción automática del flujo tensión/frecuencia, calculadora de ahorro energético integrada, así como funciones de comunicación estándar (DP, CAN Bus, ModBus RTU, USS).
- Robustez: Una de las características más importantes de los variadores de frecuencia de esta gama es la robustez de los mismos que se demuestra mediante la resistencia de sus materiales, temperaturas ambiente de servicio hasta 60 °C, etc. Que revierten finalmente en una alargada vida útil incluso en entornos industriales agresivos.

5.3.9 CONFIGURACIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS G 120

Para la configuración del variador de frecuencia SINAMICS G120 se ha utilizado el software STARTER de la marca Siemens, en la siguiente imagen se muestra el entorno de programación del mismo, basado en una configuración por etapas de muy distintas tipologías.

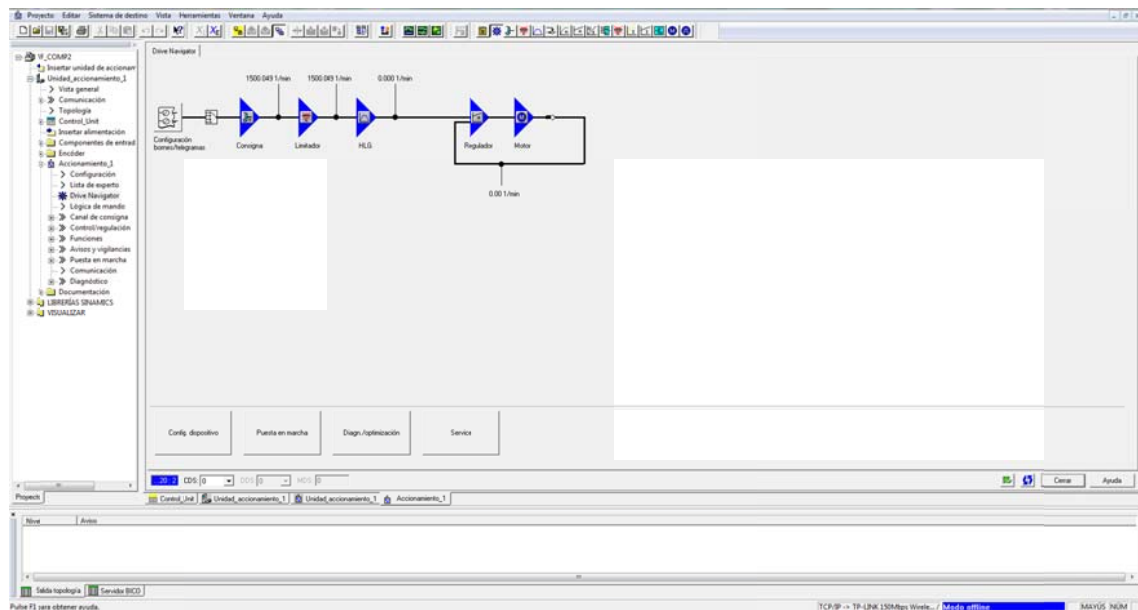


Figura 41. Entorno de programación para variadores de frecuencia SINAMICS

Para comenzar se deben configurar las señales de entrada salida del variador, en este punto las entradas/salidas pueden ser hardware si existe físicamente un cableado entre la fuente de señal y el variador, o software mediante comunicaciones, es decir, puede configurarse el bloque de entradas como un telegrama con diferentes fuentes de entrada/salida, señales del variador, etc.

Como se muestra a continuación, en este caso concreto se ha parametrizado el variador mediante señales físicas, como puede verse, existe la opción de escalar la señal, aplicarle filtrado por rangos de señal, invertir el sentido de giro, configurar la señal de error, etc.

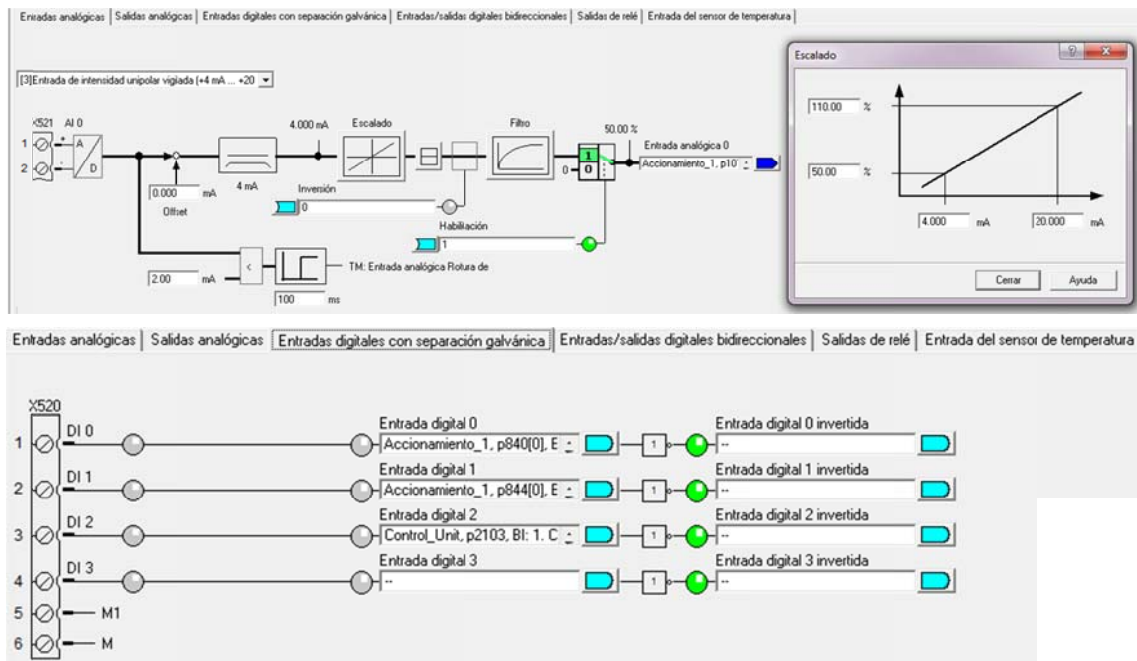


Figura 42. Configuración de señal de entrada al variador SINAMICS G120

A continuación se configura la consigna de velocidad, en este caso se ha realizado mediante señal analógica proveniente de PLC, como puede verse también incorpora las señales de escalado de consigna, y otros parámetros como la velocidad máxima.

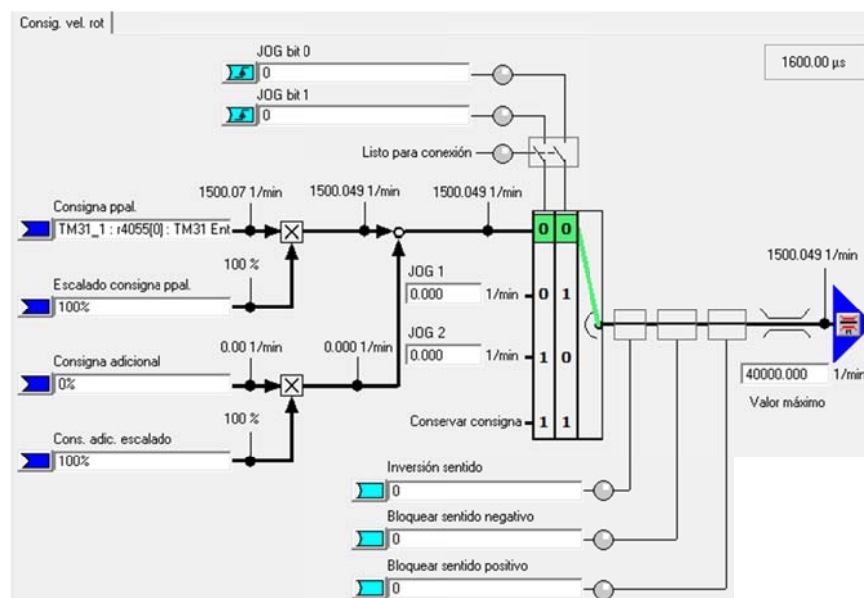


Figura 43. Configuración de la consigna de velocidad de trabajo

El siguiente paso establece los límites de trabajo del variador en función de varios criterios:

- Bandas inhibidas: Consisten en rangos de frecuencia en los que

el variador no trabaja, pueden ser varios y de diferentes rangos.

- Límite mínimo: Establece los límites de trabajo mínimos para las velocidades del motor, se pueden establecer tanto de forma fija como a través de los telegramas de comunicación.
- Límites máximos: Establece los límites de trabajo máximos para las velocidades del motor, se pueden establecer tanto de forma fija como a través de los telegramas de comunicación.

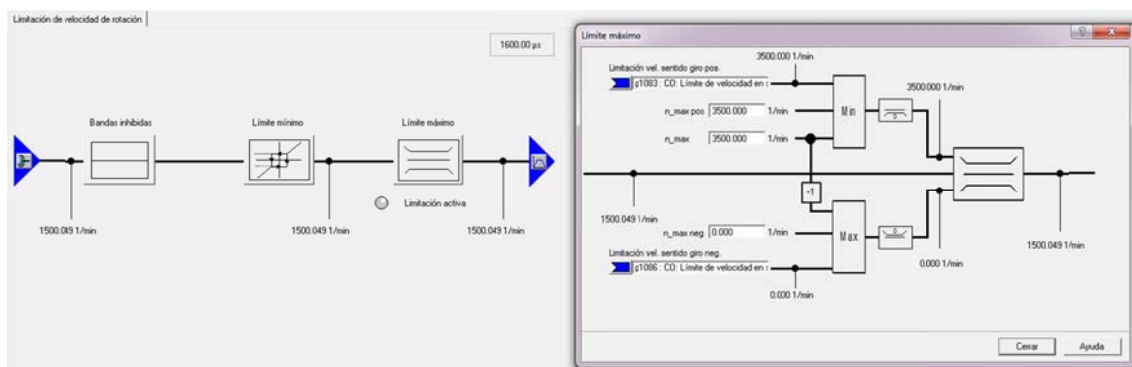


Figura 44. Configuración de límites de trabajo del variador

En la siguiente etapa se configura la rampa de funcionamiento del variador, en ella se establecen los tiempos de aceleración, deceleración, suavizado de límites, etc.

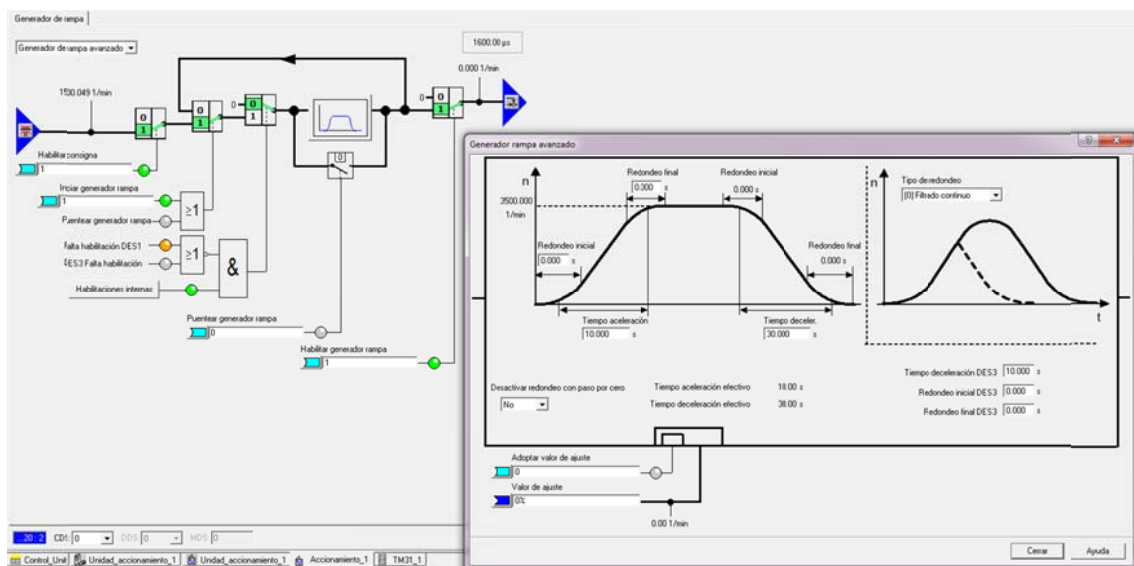


Figura 45. Configuración del generador de rampa de trabajo del variador

Para concluir se lleva a cabo el proceso más crítico que es la regulación del mismo mediante el control PID, en este punto se indica el tipo de regulación deseada en función del proceso, a partir de aquí se establecen unos parámetros iniciales para el regulador que deben

configurarse a partir de la experiencia y pruebas. Igualmente se introducen los datos técnicos del motor para que el software pueda ajustar la programación interna del variador.

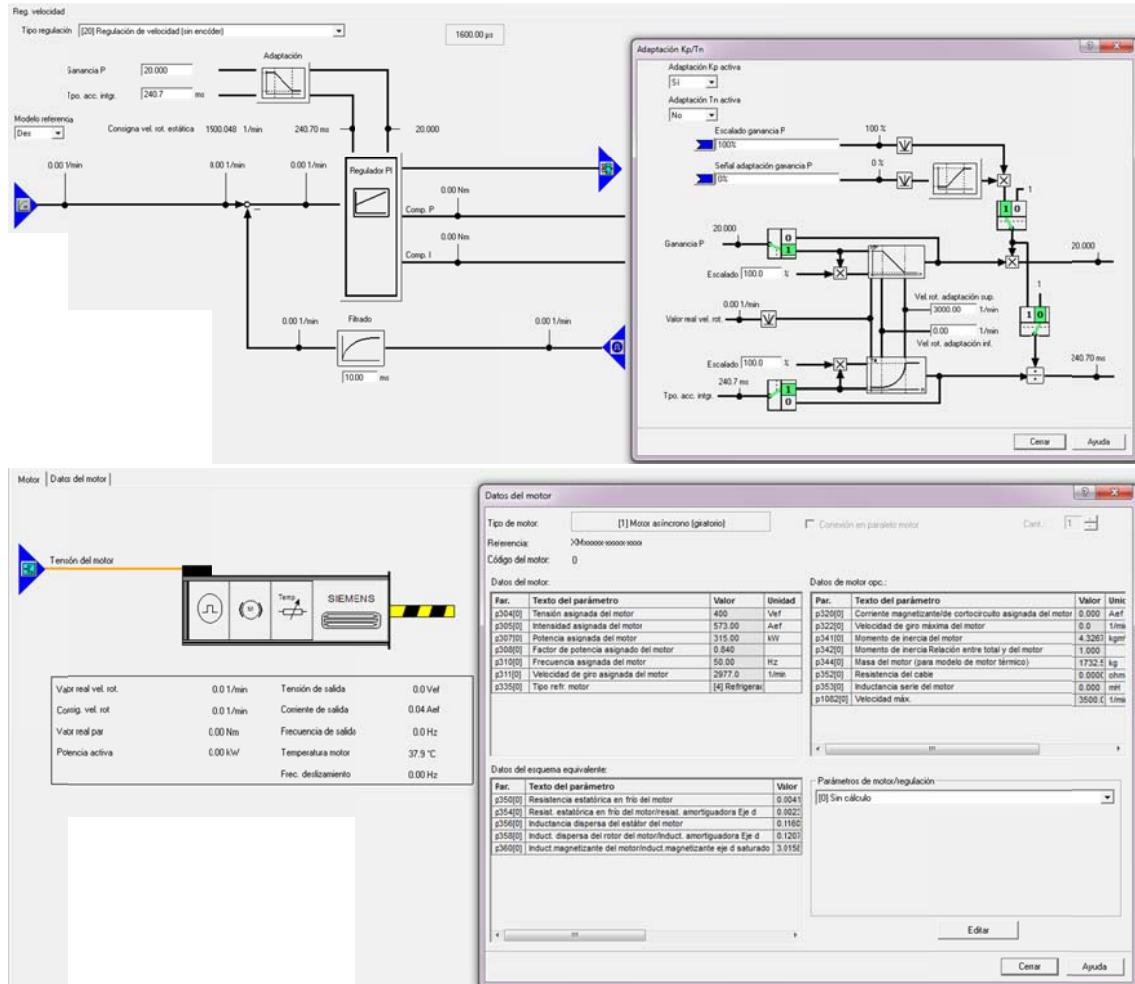


Figura 46. Configuración de la regulación PID del proceso y datos técnicos del motor

5.3.10 CARACTERÍSTICAS DEL ROUTER INDUSTRIAL EWON COSY

El router EWON COSY 141 es una solución de acceso remoto a dispositivos en entornos industriales, de forma que pueden eliminarse costes por desplazamientos y aumentarse la operabilidad de los dispositivos que se desea controlar.

En industria se suele utilizar para acceso a PLC, HMI, cámaras IP, parametrización remota de variadores, y a elementos en general que dispongan de puerto serie/MPI o puerto Ethernet.

planta desde cualquier punto de la misma, así como la posibilidad de telemando y telecontrol por parte de las empresas encargadas del mantenimiento de los servicios de la fábrica.

5.3.11 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO EWON COSY 141

El dispositivo EWON COSY 141 es un dispositivo plug & play, es decir únicamente es necesario conectar a nivel físico todos los dispositivos PLC, HMI, y demás aparataje que disponga de protocolos de comunicación aceptados por el enrutador.

Los pasos a seguir para la parametrización del router industrial son los siguientes:

- Paso 1 : Descargar el software E-Buddy, este software permite entre otras funciones la posibilidad de registrar el producto en la nube para conseguir la funcionalidad VPN que permitirá acceder a la capa de red de la factoría.

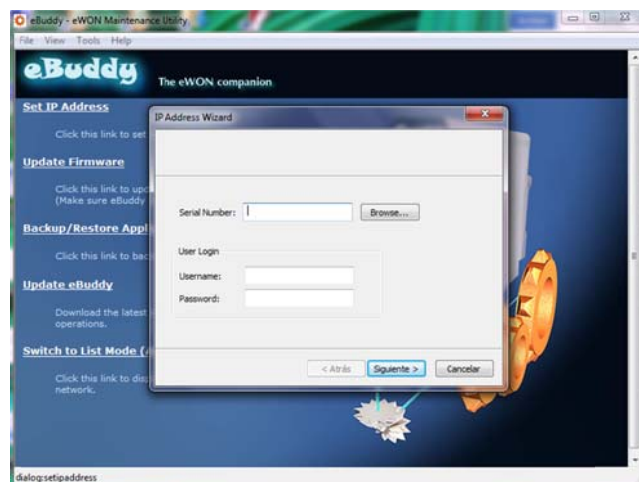


Figura 48. Software de configuración inicial del router industrial

Para dar de alta el dispositivo solo se necesita el número de serie del dispositivo, así como el usuario y la contraseña que se desee asignar. A continuación, se solicita un nombre asociado a la cuenta general donde se pueden agrupar las diferentes instalaciones bajo un mismo usuario.

- Paso 2: Instalar y configurar el software E-Catcher, mediante este software se permite el acceso a la cuenta creada anteriormente, una vez realizado este paso, únicamente hay que configurar los parámetros básicos de la conexión VPN como son la IP pública y la capa de IP privada a la que se dirige el túnel. La seguridad del túnel la gestiona el propio dispositivo mediante su control de

cuentas de usuario.

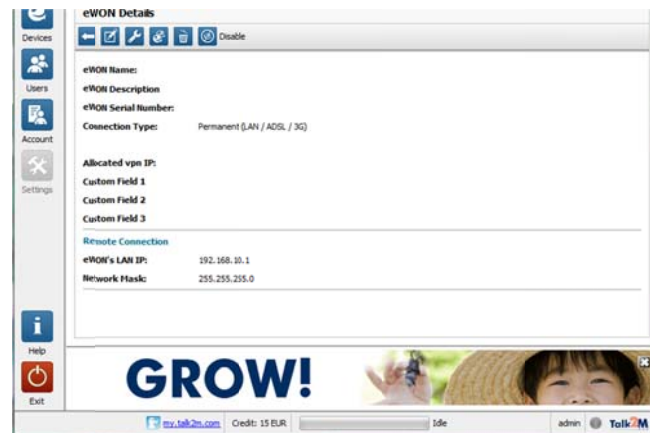


Figura 49. Ventana de configuración y direccionamiento del router EWON COSY 141

Una vez se ha creado el perfil de la conexión, puede accederse al menú principal para ejecutar dicha conexión, de esta forma se crea un túnel virtual entre el PC del usuario y la capa de red en que se encuentran los dispositivos a acceder.

5.3.12 CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE ACCESO NANOSTATION LOCO M5

Los puntos de acceso NanoStation Loco M5 permiten llevar a cabo enlaces punto a punto entre lugares que se encuentran a cierta distancia, en ocasiones hasta del orden de varios kilómetros.

Las principales características que las elevan como la mejor opción para las necesidades de comunicación del proyecto son las siguientes:

- Evita el cableado: En esta instalación es necesario comunicar dos estaciones de control que se encuentran a unos 500 metros en línea recta la una de la otra. Estos dispositivos permiten evitar la tirada de cable que supondría pérdidas de señal, mano de obra, menor fiabilidad, intervención de agentes externos en el proceso como la meteorología, la maquinaria, los animales, etc.
- Solución estable: Los puntos de acceso permiten un enlace estable entre las dos estaciones. Por las características del emplazamiento en que las estaciones tienen visión directa supone una solución wireless de prestaciones excepcionales.
- Rango de trabajo diferente al resto de redes inalámbricas: Al establecer el rango de trabajo de las antenas en 5.8 GHz, se logra

una banda menos saturada se pueden conseguir menores interferencias en las comunicaciones.

- **Interfaz de configuración:** Una de las principales características de los dispositivos M5 es la facilidad para ejecutar su configuración. El dispositivo proporciona un sistema operativo mediante el cual se pueden configurar los puntos de acceso de forma rápida y sencilla.



Figura 50. Dispositivo NanoStation Loco M5 para conexiones de red punto a punto

5.3.13 CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS NANOSTATION LOCO M5

Para la configuración de las comunicaciones punto a punto entre la estación remota que controla el proceso de recuperación energética y la estación local situada en la fábrica se utiliza el software web que proveen los propios puntos de acceso. Las conexiones físicas para la configuración de estos dispositivos se encuentran en la figura anterior.

Como se ha comentado las propias antenas llevan incorporado un sistema operativo llamado AirOS® que se muestra a continuación.

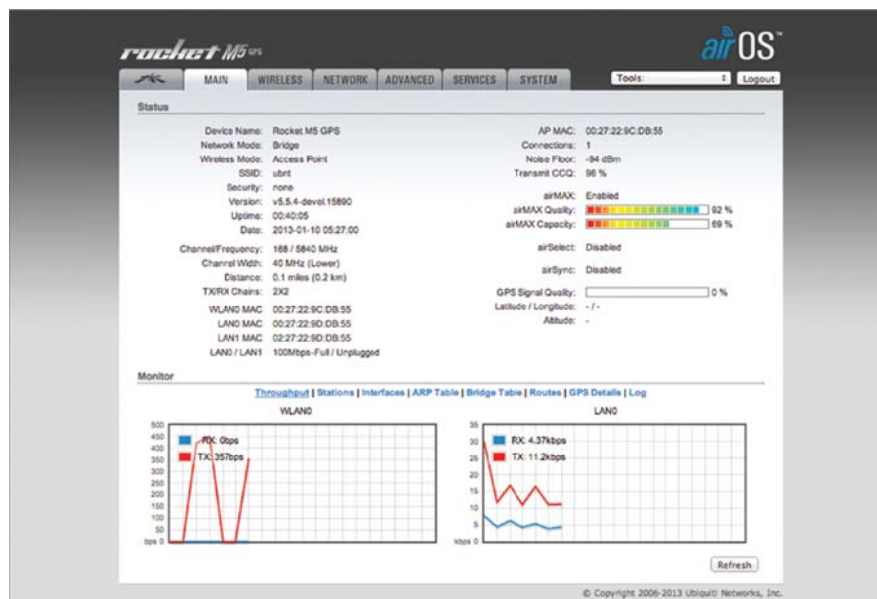


Figura 51. Pantalla principal del software de configuración AirOS® de Ubiquity

Una vez se han realizado todas las conexiones físicas es necesario abrir el navegador web y dirigirse a la dirección por defecto de la antena que viene pre-configurada en la IP 192.168.1.20.

A partir de este momento se puede acceder al sistema operativo que permite la configuración de los parámetros del enlace. Para el caso que nos ocupa los parámetros de mayor importancia son los siguientes:

Modo Wireless: Punto de acceso, este parámetro define la conexión punto a punto. También puede configurarse como pasarela de comunicaciones o modo cliente.

SSID: Es el nombre que muestra la red para ser detectada por el resto de dispositivos.

Seguridad: Por defecto viene configurada en WPA2-PSK que conforma uno de los cifrados más completos de los existentes hoy en día.

MAC ACK: Este parámetro permite realizar el filtrado MAC, en el caso que nos ocupa permanecerá activo ya que aumenta considerablemente la seguridad del radio-enlace, evitando conexiones externas que puedan violar la privacidad de las comunicaciones.

Parámetros de redes: En este apartado se configurará los parámetros IP de los puntos de acceso en la red.

Watch-Dog: Estos dispositivos permiten la implementación de una seguridad conocida como “perro guardián”, consiste en un telegrama que se auto-envían los puntos de acceso para reconocer que siguen activos. Esto es de utilidad en la aplicación que nos ocupa, ya que permite conocer si una de las estaciones ha perdido las comunicaciones, con ello puede implementarse una configuración de toma de decisiones sobre el proceso en caso de producirse dicha pérdida.

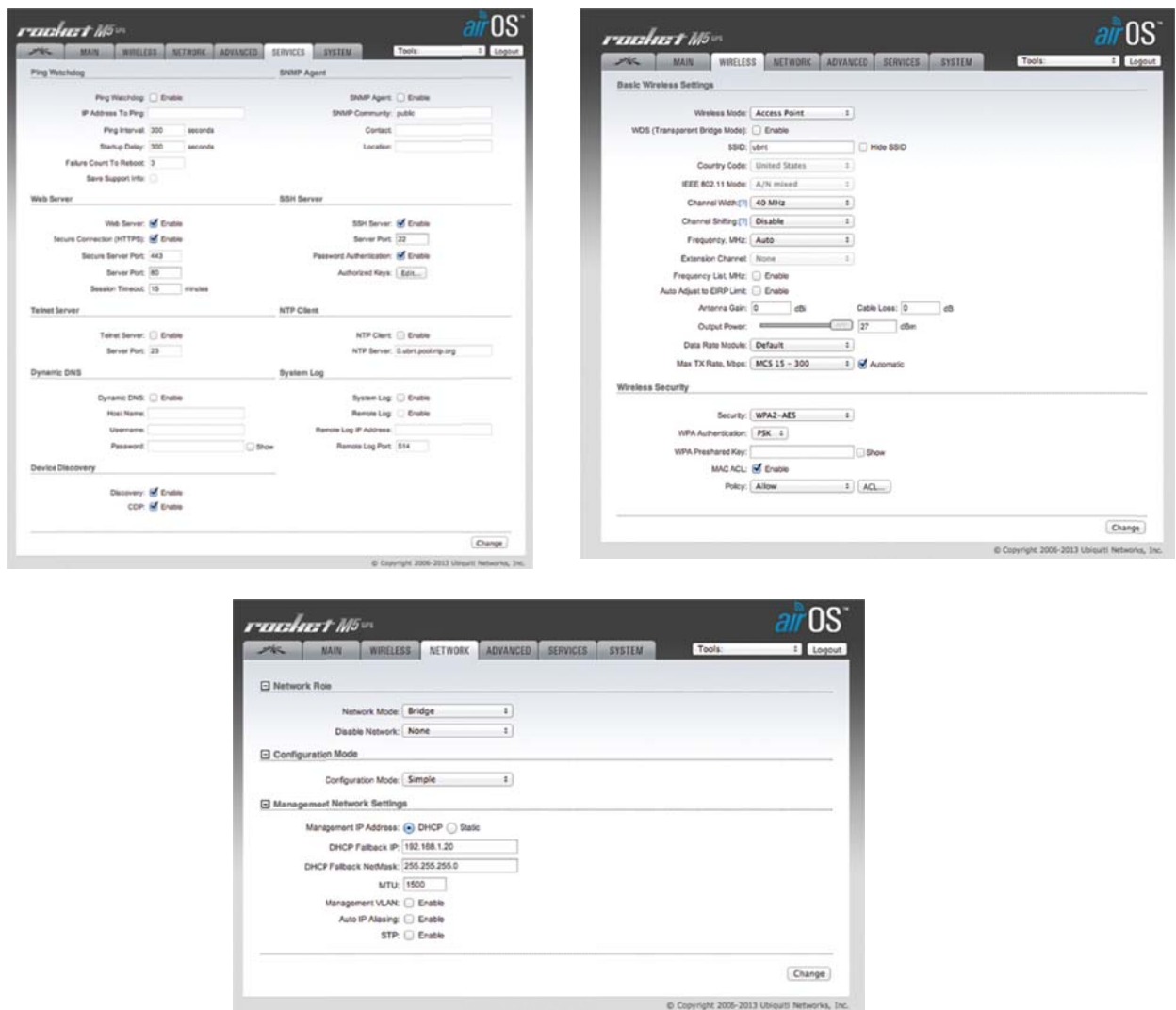


Figura 52. Pantallas de configuración de parámetros de los puntos de acceso NanoStation Loco M5

5.3.14 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PARA TELEMANDO REMOTO DE LA INSTALACIÓN

El procedimiento de telemando de la planta desde un punto remoto permite conocer los pasos que es necesario llevar a cabo para poder observar/operar la instalación desde cualquier punto del mundo con conexión a Internet. Esta es una de las principales ventajas del sistema de automatización implementado.

El citado procedimiento se especifica a continuación:

Para comenzar es necesario acceder a la capa de red de la instalación mediante un túnel VPN seguro, para ello se utiliza la herramienta E-catcher que provee el router industrial EWON Cosy 141.

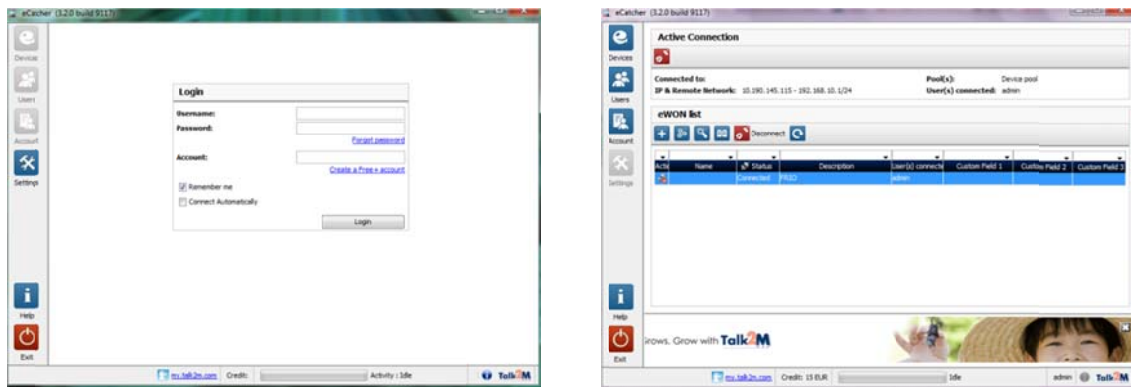


Figura 53. Conexión a red mediante túnel VPN seguro alojado en la nube

Para continuar se debe abrir un navegador cualquiera y teclear la dirección IP del panel de operador en este caso <http://192.168.10.12>.

Una vez hecho esto el navegador accede directamente al servidor web de la pantalla que se muestra a continuación

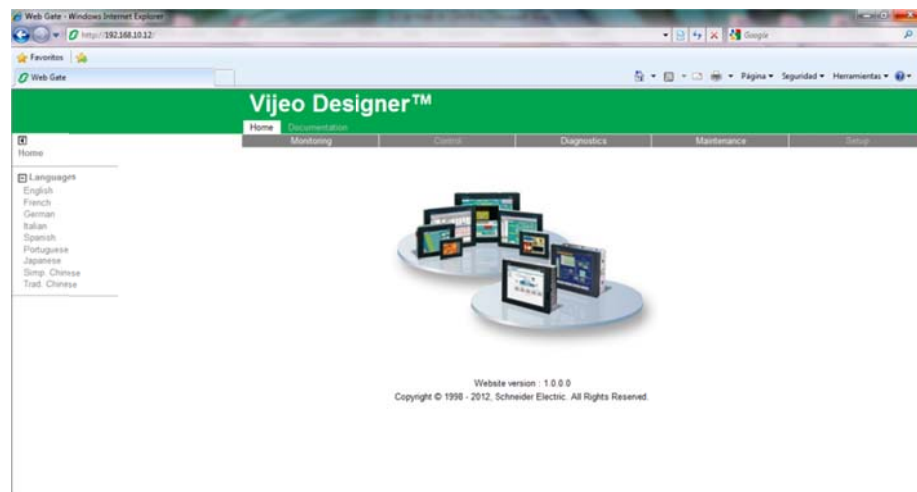


Figura 54. Navegador web accediendo a la interfaz HMI de la fábrica

Por último se deben introducir las credenciales de la pantalla al igual que si el usuario se encuentra físicamente navegando por la pantalla real.

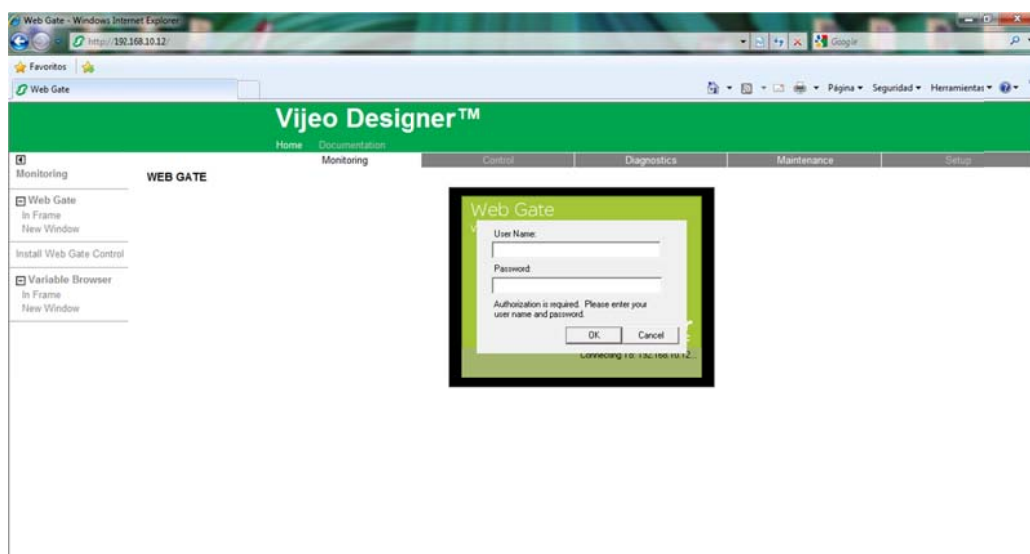


Figura 55. Solicitud de credenciales para el acceso remoto al panel HMI

En este punto aparece un frame que realiza una simulación exacta del panel, se obtienen los mismos resultados que de forma presencial por lo que se puede telecontrolar toda la planta desde cualquier punto del mundo con conexión a red.

A continuación se muestran algunas de las imágenes obtenidas directamente desde el Web Client para la observación y operación de la planta de recuperación energética que nos ocupa.



Figura 56. Sinópticos de la planta obtenido mediante conexión remota

5.3.15 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PARA OBTENCIÓN DE DATOS HISTÓRICOS DE LA INSTALACIÓN

Una de las funciones más importantes de que dispone la instalación es la capacidad de generar archivos históricos de datos, esta función permite obtener archivos en formato *.csv, fácilmente exportables a software de hoja de cálculo. Esto a su vez permite la creación de históricos, tratamiento de datos, estudio de parámetros de funcionamiento de la instalación, elaboración de gráficos, presentación de resultados, etc.

Lo novedoso de esta característica es que no se necesita un equipo datalogger para la recolección de los datos, esta función la realiza el PLC que controla la instalación, además el mismo PLC es un servidor web que permite la descarga de los ficheros, observación de variables, alojamiento web, etc.

De esta forma el servidor de la instalación es el propio PLC y por tanto no se hace necesario un PC intermedio. Para obtener el archivo histórico es necesario encontrarse en la capa de red de la instalación, para esto puede utilizarse la herramienta E-Catcher explicada anteriormente. A continuación basta con escribir la dirección del PLC en el navegador web, en este caso <http://192.168.10.10>. Con esto se accede al menú principal del servidor que permite la descarga del fichero de recolección

de datos.

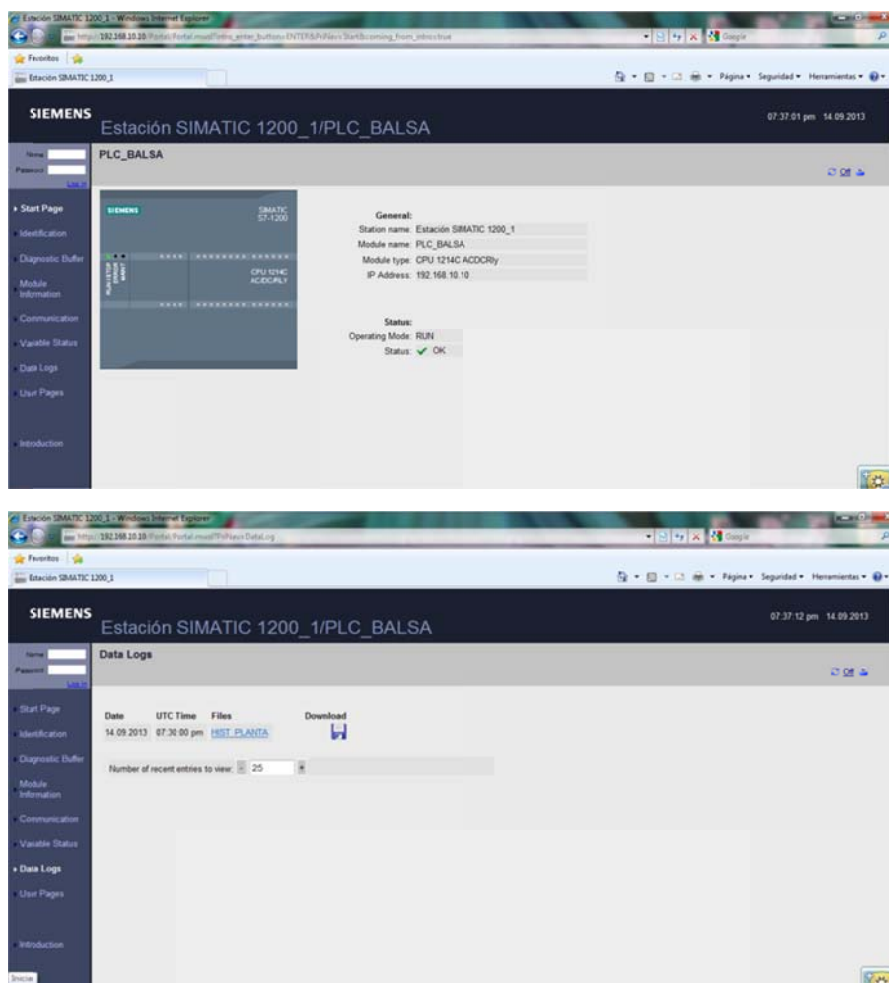


Figura 57. Acceso a servidor web del PLC S7-1200 para descarga de fichero de datos

6. IMPACTO ECONÓMICO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

En el presente apartado se pretende evaluar la bondad económica de la solución tecnológica escogida para satisfacer los requerimientos técnicos de la instalación propuesta, para ello se van a estudiar los diferentes puntos que se exponen a continuación:

- Elaboración de un presupuesto para el suministro y montaje de los equipos e interconexión con la instalación existente.
- Cálculos térmicos del aporte de la solución al sistema existente
- Representación de los costes energéticos en materia eléctrica de la industria previo a la nueva instalación
- Obtención de conclusiones, periodo de retorno de la inversión y resumen económico de la propuesta

6.1 PRESUPUESTO DE LA SOLUCIÓN

En este apartado se va a exponer el coste por capítulos del suministro y montaje de los componentes y elementos auxiliares necesarios para la instalación, así como la puesta en marcha del sistema de eficiencia energética basado en el aprovechamiento de las aguas residuales de proceso provenientes de industrias de IV gama.

Con todo ello se obtendrá una valoración económica de la solución final que permitirá a su vez concluir la bondad económica de la solución en caso de obtenerse un periodo de retorno de la inversión relativamente corto.

CUADRO DE PRECIOS			
Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		CIFRA(€)	LETRA(€)
	1. Instalación Térmica		
1.1	Intercambiador Térmico de Placas Alfa Laval TL6-BFM 117PL ALLOY 316-0,5MM	5.052,00 €	CINCO MIL CINCUENTA Y DOS EUROS
	2. Instalación Hidráulica		
2.1	Bomba Hidraulica Centrífuga Ebara 3LM 50-125/2.2	870,00 €	OCHOCIENTOS SETENTA EUROS
2.2	Manguito Antivibratorio con junta EPDM conex. bridas DN-150 Genebre Fig. 2831	47,11 €	CUARENTA Y SIETE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
2.3	Valvula de Retención tipo Wafer de doble disco Cuerpo en Hierro para montaje entre bridas Genebre Fig.2401 DN-150	62,24 €	SESENTA Y DOS EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.4	Valvula de bola inoxidable accionamiento manual Genebre Fig.2528 conex. Bridas DN100	53,29 €	CINCUENTA Y TRES EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
2.5	Valvula de bola inoxidable accionamiento manual Genebre Fig.2528 conex. Bridas DN150	59,73 €	CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.6	Valvula de bola Inox. Conex. bridas Genebre Fig,2525 DN-100 PN-16 con actuador eléctrico GE-2+ alimentación 220V alterna con posicionador electico 5809 53 señal 4-20mA	1.367,50 €	MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
2.7	Valvula Mariposa Manual Inox. Cuerpo en hierro DN-100 Genebre Fig.2109	38,31 €	TREINTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
2.8	Valvula Mariposa Manual PVC diametro 110	38,63 €	TREINTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y TRES
2.9	Metro Lineal de Tubería PVC Ø160 mm	7,52 €	SIETE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.10	Metro Lineal de Tubería PVC Ø110 mm	3,54 €	TRES EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.11	Accesorio de montaje PVC, pegamento, disolvente, pequeño material de montaje, etc.	1.018,06 €	MIL DIECIOCHO EUROS CON SEIS CÉNTIMOS

2.12	Material de fijación, soportes, consumibles y diverso material de montaje	1.506,24 €	MIL QUINIENTOS SEIS EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.13	Mano de obra de montaje de equipos y tubería	6.450,00 €	SEIS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS
	3. Instalación Eléctrica		
3.1	Armario Eléctrico 1000x800x300 mm	182,96 €	CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS
3.2	Filtro Rejillas	51,87 €	CINCUENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.3	Rejilla metálica	1,80 €	UN EURO CON OCHENTA CÉNTIMOS
3.4	Ventilador 120x120	8,99 €	OCHO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.5	Transformador Polilux 250VA (380~220)	33,80 €	TREINTA Y TRES EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
3.6	Fuente de Alimentación Siemens Logo! Power 2,5A	52,32 €	CINCUENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
3.7	CPU Siemens 1214	268,45 €	DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.8	Módulo señales analógicas Siemens S7-1200	152,87 €	CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.9	Convertidores SITRANS PT-100 4-20mA	47,00 €	CUARENTA Y SIETE EUROS
3.10	Sondas PT-100 cabezal rosca 1/2" DIN 150X6mm	65,00 €	SESENTA Y CINCO EUROS
3.11	Variador de velocidad FUJI ECO 3kW	425,40 €	CUATROCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
3.12	Pantalla Táctil KTP 600 monocromo 6"	350,00 €	TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS
3.13	Sonda de nivel por ultrasonidos 4-20 mA	400,00 €	CUATROCIENTOS EUROS

3.14	Mano de obra de instalación eléctrica en campo	1.082,25 €	MIL OCHENTA Y DOS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
3.15	Material Montaje	1.090,43 €	MIL NOVENTA EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
3.16	Pequeño material de montaje	208,16 €	DOSCIENTOS OCHO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
3.17	Manguera Cable	315,28 €	TRESCIENTOS QUINCE EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
3.18	Horas de Montaje de Cuadro, programación y esquema	50,00 €	CINCUENTA EUROS
	4. Otros conceptos		
	Dietas, desplazamientos y otros	1.765,41 €	MIL SETECIENTOS SESENTAY CINCO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

MEDICIÓN			
Nº	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	
			TOTAL
	1. Materiales		
1.1	Intercambiador Térmico de Placas Alfa Laval TL6-BFM 117PL ALLOY 316-0,5MM		
		TOTAL UD:	2,00
	2. Instalación Hidráulica		
2.1	Bomba Hidraulica Centrífuga Ebara 3LM 50-125/3	TOTAL UD:	2,00
2.2	Manguito Antivibratorio con junta EPDM conex. bridas DN-150 Genebre Fig. 2831	TOTAL UD:	2,00
2.3	Valvula de Retención tipo Wafer de doble disco Cuerpo en Hierro para montaje entre bridas Genebre Fig.2401 DN-150	TOTAL UD:	2,00
2.4	Valvula de bola inoxidable accionamiento manual Genebre Fig.2528 conex. Bridas DN100	TOTAL UD:	4,00
2.5	Valvula de bola inoxidable accionamiento manual Genebre Fig.2528 conex. Bridas DN150	TOTAL UD:	2,00
2.6	Valvula de bola Inox. Conex. bridas Genebre Fig,2525 DN-100 PN-16 con actuador eléctrico GE-2+ alimentación 220V alterna con posicionador electrico 5809 53 señal 4-20mA	TOTAL UD:	2,00
2.7	Valvula Mariposa Manual Inox. Cuerpo en hierro DN-100 Genebre Fig.2109	TOTAL UD:	4,00
2.8	Valvula Mariposa Manual PVC diametro 110	TOTAL UD:	4,00
2.9	Metro Lineal de Tubería PVC Ø160 mm	TOTAL ML:	30,00
2.10	Metro Lineal de Tubería PVC Ø110 mm	TOTAL ML:	30,00
2.11	Accesorio de montaje PVC, pegamento, disolvente, pequeño material de montaje, etc.	TOTAL UD:	1,00

2.12	Material de fijación, soportes, consumibles y diverso material de montaje	TOTAL UD:	1,00
2.13	Mano de obra de montaje de equipos y tubería	TOTAL UD:	1,00
	3. Instalación Eléctrica		
3.1	Armario Eléctrico 1000x800x300 mm	TOTAL UD:	1,00
3.2	Filtro Rejillas	TOTAL UD:	4,00
3.3	Rejilla metálica	TOTAL UD:	2,00
3.4	Ventilador 120x120	TOTAL UD:	2,00
3.5	Transformador Polilux 250VA (380~220)	TOTAL UD:	1,00
3.6	Fuente de Alimentación Siemens Logo! Power 2,5A	TOTAL UD:	1,00
3.7	CPU Siemens 1214	TOTAL UD:	1,00
3.8	Módulo señales analógicas Siemens S7-1200	TOTAL UD:	2,00
3.9	Convertidores SITRANS PT-100 4-20mA	TOTAL UD:	4,00
3.10	Sondas PT-100 cabezal rosca 1/2" DIN 150X6mm	TOTAL UD:	4,00
3.11	Variador de velocidad FUJI ECO 3kW	TOTAL UD:	2,00
3.12	Pantalla Táctil KTP 600 monocromo 6"	TOTAL UD:	1,00
3.13	Sonda de nivel por ultrasonidos 4-20 mA	TOTAL UD:	1,00

3.14	Mano de obra de instalación eléctrica en campo	TOTAL UD:	1,00
3.15	Material Montaje	TOTAL UD:	1,00
3.16	Pequeño material de montaje	TOTAL UD:	1,00
3.17	Manguera Cable	TOTAL UD:	1,00
3.18	Horas de Montaje de Cuadro, programación y esquema	TOTAL H:	50,00
	4. Otros conceptos		
	Dietas, desplazamientos y otros	TOTAL UD:	1,00

PRESUPUESTO				
Nº	DESIGNACIÓN			
		MEDICIÓN	PRECIO (€)	TOTAL (€)
	1. Materiales			
1.1	Intercambiador Térmico de Placas Alfa Laval TL6-BFM 117PL ALLOY 316-0,5MM	2,00	5.052,00 €	10.104,00 €
	2. Instalación Hidráulica			
2.1	Bomba Hidraulica Centrífuga Ebara 3LM 50-125/3	2,00	870,00 €	1.740,00 €
2.2	Manguito Antivibratorio con junta EPDM conex. bridas DN-150 Genebre Fig. 2831	2,00	47,11 €	94,22 €
2.3	Valvula de Retención tipo Wafer de doble disco Cuerpo en Hierro para montaje entre bridas Genebre Fig.2401 DN-150	2,00	62,24 €	124,48 €
2.4	Valvula de bola inoxidable accionamiento manual Genebre Fig.2528 conex. Bidas DN100	4,00	53,29 €	213,16 €
2.5	Valvula de bola inoxidable accionamiento manual Genebre Fig.2528 conex. Bidas DN150	2,00	59,73 €	119,46 €
2.6	Valvula de bola Inox. Conex. bridas Genebre Fig,2525 DN-100 PN-16 con actuador eléctrico GE-2+ alimentación 220V alterna con posicionador electico 5809 53 señal 4-20mA	2,00	1.367,50 €	2.735,00 €
2.7	Valvula Mariposa Manual Inox. Cuerpo en hierro DN-100 Genebre Fig.2109	4,00	38,31 €	153,24 €
2.8	Valvula Mariposa Manual PVC diametro 110	4,00	38,63 €	154,52 €
2.9	Metro Lineal de Tubería PVC Ø160 mm	30,00	7,52 €	225,60 €
2.10	Metro Lineal de Tubería PVC Ø110 mm	30,00	3,54 €	106,20 €
2.11	Accesorio de montaje PVC, pegamento, disolvente, pequeño material de montaje, etc.	1,00	1.018,06 €	1.018,06 €

2.12	Material de fijación, soportes, consumibles y diverso material de montaje	1,00	1.506,24 €	1.506,24 €
2.13	Mano de obra de montaje de equipos y tubería	1,00	6.450,00 €	6.450,00 €
	3. Instalación Eléctrica			
3.1	Armario Eléctrico 1000x800x300 mm	1,00	182,96 €	182,96 €
3.2	Filtro Rejillas	4,00	51,87 €	207,48 €
3.3	Rejilla metálica	2,00	1,80 €	3,60 €
3.4	Ventilador 120x120	2,00	8,99 €	17,98 €
3.5	Transformador Polilux 250VA (380~220)	1,00	33,80 €	33,80 €
3.6	Fuente de Alimentación Siemens Logo! Power 2,5A	1,00	52,32 €	52,32 €
3.7	CPU Siemens 1214	1,00	268,45 €	268,45 €
3.8	Módulo señales analógicas Siemens S7-1200	2,00	152,87 €	305,74 €
3.9	Convertidores SITRANS PT-100 4-20mA	4,00	47,00 €	188,00 €
3.10	Sondas PT-100 cabezal rosca 1/2" DIN 150X6mm	4,00	65,00 €	260,00 €
3.11	Variador de velocidad FUJI ECO 3kW	2,00	425,40 €	850,80 €
3.12	Pantalla Táctil KTP 600 monocromo 6"	1,00	350,00 €	350,00 €
3.13	Sonda de nivel por ultrasonidos 4-20 mA	1,00	400,00 €	400,00 €

3.14	Mano de obra de instalación eléctrica en campo	1,00	1.082,25 €	1.082,25 €
3.15	Material Montaje	1,00	1.090,43 €	1.090,43 €
3.16	Pequeño material de montaje	1,00	208,16 €	208,16 €
3.17	Manguera Cable	1,00	315,28 €	315,28 €
3.18	Horas de Montaje de Cuadro, programación y esquema	50,00	50,00 €	2.500,00 €
	4. Otros conceptos			
	Dietas, desplazamientos y otros	1,00	1.765,41 €	1.765,41 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO		
Capítulo	Importe	
1. Materiales.....	10104	€
2. Instalación Hidráulica.....	14640,18	€
3. Instalación Eléctrica.....	8317,25	€
4. Otros conceptos.....	1765,41	€

Presupuesto de ejecución material.....	34826,84	€
Beneficio Industrial.....	2089,61	€
Gastos generales.....	1044,81	€

SUMA TOTAL 37961,26 €

21% IVA 7971,86 €

PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA 45.933,12 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON DOCE CÉNTIMOS

En Murcia, Agosto de 2013

6.2 CÁLCULO DEL APOORTE ENERGÉTICO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

El presente apartado tiene por objeto, en base a los datos facilitados por la industria agroalimentaria de IV gama, determinar la conveniencia de la instalación de una solución para llevar a cabo la recuperación de energía del agua vertida a red, logrando así un consumo eléctrico menor en los componentes de la planta frigorífica.

Teniendo en cuenta en los datos recogidos en campo, se obtiene un vertido a la balsa de regadío de aproximadamente 350 m³/día de agua a una temperatura de 6 °C procedentes de los procesos de lavado en los tratamientos de IV gama.

Teniendo en cuenta la solución propuesta, como ya se ha comentado el sistema está diseñado para tener unos valores nominales de trabajo como los que muestra la siguiente tabla:

ZONA DEL INTERCAMBIADOR	FLUIDO	TEMPERATURA
Entrada Primario	AGUA	6 °C
Salida Primario	AGUA	16 °C
Entrada Secundario	AGUA	25 °C
Salida Secundario	AGUA	7 °C

Tabla 4. Condiciones nominales de trabajo del sistema de intercambio térmico

Teniendo en cuenta esto, se puede obtener una valoración del potencial aprovechamiento energético de la solución propuesta, sabiendo que la energía térmica aprovechable proviene de la expresión:

$$Q_{aprovechable} = m_{agua} \times C_{esp-agua} \left(\frac{Kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \times \Delta T_{primario} (^\circ C)$$

Donde: $Q_{aprovechable}$ = Energía térmica aprovechable en el proceso

m_{agua} = Masa de agua que recorre el primario

$C_{esp-agua}$ = Calor específico del agua

$\Delta T_{primario}$ = Diferencia de temperatura entre entrada y salida del primario del intercambiador

Se han tomado los datos del primario, ya que el aprovechamiento energético ha de valorar entre la entrada del agua fría y la salida de la misma en idéntico lado del intercambiador.

El valor de la masa de agua se tomará en kg/día para poder realizar una valoración temporal de la energía térmica aprovechada.

$$Q_{aprovechable} = q_{diario} \left(\frac{m^3}{dia} \right) \times \rho_{agua} \left(\frac{kg}{m^3} \right) \times C_{esp-agua} \left(\frac{Kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \times \Delta T_{primario} (^\circ C)$$

$$Q_{aprovechable} = 350 \frac{m^3}{dia} \times 1000 \frac{kg}{m^3} \times 1 \frac{Kcal}{kg \cdot ^\circ C} \times 10^\circ C = 3500000 \frac{Kcal}{dia}$$

Teniendo en cuenta que 1 Kcal = 4,167 kJ, y que 3600kJ=1 Kwh puede afirmarse que

$$Q_{aprovechable} = \frac{3500000 \frac{Kcal}{dia} \times 4,167 \frac{kJ}{Kcal}}{3600 \frac{kJ}{kWh}} = 4070 \frac{kWh_{termicos}}{dia}$$

Suponiendo un rendimiento del proceso térmico $\eta_{proceso}=95\%$, en el sistema se tendrá un aprovechamiento energético de

$$Q_{aprovechable} = 4070 \frac{kWh}{dia} \times 0.95 = 3866,98 \frac{kWh_{termicos}}{dia}$$

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y a pesar de conocer que el COP de las unidades compresoras de tornillo se encuentra en torno a 3,05; se va a estimar un COP global de la instalación de 2,50; cifra que se aproxima bastante a la realidad teniendo en cuenta que al funcionamiento del sistema frigorífico no solo se arrancan compresores sino condensador, bombas de glicol, etc.

Por tanto siguiendo las indicaciones de la siguiente expresión:

$$COP_{global} = \frac{Q_{termica}}{E_{eléctrica}}$$

Dónde: $Q_{termica}$ = Energía térmica global producida por la instalación

$E_{eléctrica}$ = Energía eléctrica global consumida por la instalación

Por todo ello, si se tiene en cuenta la energía térmica aprovechable por el sistema propuesto, conociendo el Coeficiente de Operación global de la instalación que se ha definido anteriormente, se obtiene que el consumo eléctrico que supondría la generación por parte de la instalación frigorífica de la potencia requerida por los procesos de lavado, responde a la siguiente expresión:

$$E_{eléctrica} = \frac{Q_{térmica_aprovechable}}{COP_{global}} = \frac{3866,98 \frac{kWh_{térmicos}}{día}}{2,50} = 1546,80 \frac{kWh_{eléctricos}}{día}$$

Llegado a este punto sería conveniente hacer un balance entre las entradas y salidas energéticas al sistema, para de esta forma establecer una valoración real del ahorro eléctrico diario, sin embargo, teniendo en cuenta que los únicos elementos que consumen electricidad del sistema propuesto son las dos bombas de 3 kW cada una, se va a aproximar el consumo a 0 por simplicidad a la hora de realizar los cálculos ya que dicha simplificación no afectará significativamente al resultado del estudio.

6.3 COSTES ENERGÉTICOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

A continuación se va a especificar una tabla que va a permitir conocer previamente una valoración media del coste eléctrico del último año, de forma que teniendo dicho coste y la energía consumida se puede conocer el ahorro real de la solución propuesta.

AÑO 2.012	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	TOTAL
CONSUMOS										
ENERGIA P1	184.509	170.289	0	0	0	139.494	319.735	0	0	814.027
ENERGIA P2	303.399	280.105	0	0	0	101.735	233.309	0	0	918.548
ENERGIA P3	0	0	182.662	0	0	114.430	0	0	214.976	512.068
ENERGIA P4	0	0	323.657	0	0	148.208	0	0	291.209	763.074
ENERGIA P5	0	0	0	485.566	519.078	0	0	0	0	1.004.644
ENERGIA P6	386.082	333.011	395.676	375.943	384.760	415.873	409.641	1.026.154	436.558	4.163.698
Total	873.990	783.405	901.995	861.509	903.838	919.740	962.685	1.026.154	942.743	8.176.059
REACTIVA P1	47.144	42.097	0	0	0	36.485	86.847	0	0	212.573
REACTIVA P2	76.571	68.315	0	0	0	22.086	53.037	0	0	220.009
REACTIVA P3	0	0	40.904	0	0	32.963	0	0	57.395	131.262
REACTIVA P4	0	0	81.043	0	0	37.894	0	0	64.959	183.896
REACTIVA P5	0	0	0	122.675	142.571	0	0	0	0	265.246
REACTIVA P6	71.031	57.297	66.001	67.785	75.631	83.356	71.887	223.995	75.197	792.180
Factor potencia										
Factor pot. P1	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97	1,00	1,00	
Factor pot. P2	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	0,98	0,98	1,00	1,00	
Factor pot. P3	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	0,97	
Factor pot. P4	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,98	
Factor pot. P5	1,00	1,00	1,00	0,97	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	
Reactiva facturable										
Facturable P1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Facturable P2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Facturable P3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Facturable P4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Facturable P5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
COSTOS										
P1	3.164,52	2.960,36	3.164,52	3.199,43	3.306,08	3.199,43	3.306,08	3.306,08	3.199,43	28.805,93
P2	1.583,63	1.481,46	1.583,63	1.601,10	1.654,47	1.601,10	1.654,47	1.654,47	1.601,10	14.415,43
P3	1.158,95	1.084,18	1.158,95	1.171,74	1.210,80	1.171,74	1.210,80	1.210,80	1.171,74	10.549,70
P4	1.158,95	1.084,18	1.158,95	1.171,74	1.210,80	1.171,74	1.210,80	1.210,80	1.171,74	10.549,70
P5	1.158,95	1.084,18	1.158,95	1.171,74	1.210,80	1.171,74	1.210,80	1.210,80	1.171,74	10.549,70
P6	528,79	494,67	528,79	534,62	552,44	534,62	552,44	552,44	534,62	4.813,43
Total T.P.	8.753,79	8.189,03	8.753,79	8.850,37	9.145,39	8.850,37	9.145,39	9.145,39	8.850,37	79.683,89
P1	31.957,14	29.494,23	0,00	0,00	0,00	24.646,22	56.491,74	0,00	0,00	142.589,33
P2	41.704,32	38.502,39	0,00	0,00	0,00	14.250,73	32.681,22	0,00	0,00	127.138,66
P3	0,00	0,00	20.670,95	0,00	0,00	13.113,11	0,00	0,00	24.635,17	58.419,23
P4	0,00	0,00	29.001,29	0,00	0,00	13.391,19	0,00	0,00	26.311,90	68.704,38
P5	0,00	0,00	0,00	40.000,44	42.761,13	0,00	0,00	0,00	0,00	82.761,57
P6	25.388,75	21.898,80	26.019,65	24.824,27	25.406,47	27.491,70	27.079,73	67.834,94	28.859,10	274.803,41
Total T.E.	99.050,21	89.895,42	75.691,89	64.824,71	68.167,60	92.892,95	116.252,69	67.834,94	79.806,17	754.416,58
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Reactiva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Excesos de potencia					107,19	1.060,72	1.290,88	409,79	68,17	2.936,75
IIEE	0,00	0,00	0,00	0,00	5,48	54,23	66,00	20,95	3,49	150,15
ALQUILER								922,53	922,53	1.845,06
SUBTOTAL	107.804,00	98.084,45	84.445,68	73.675,08	77.425,66	102.858,27	126.754,96	77.411,07	88.728,20	837.187,37
IVA	19.404,72	17.655,20	15.200,22	13.261,51	13.936,62	18.514,49	22.815,89	16.422,38	18.798,98	156.010,01
TOTAL	127.208,72	115.739,65	99.645,90	86.936,59	91.362,28	121.372,76	149.570,85	94.755,98	108.449,71	995.042,44
cent./kw-h s/ i.v.a.	12,33	12,52	9,36	8,55	8,57	11,18	13,17	7,54	9,41	10,24
cent./kw-h c/ i.v.a.	14,55	14,77	11,05	10,09	10,11	13,20	15,54	9,23	11,50	12,17

Tabla 5. Tabla de consumo-coste eléctrico de los 9 primeros meses del año 2012

Se va a considerar el coste medio sin I.V.A., ya que este se deduce en las empresas, de los 9 primeros meses del año anterior ya que son los datos de que se disponen a fecha de elaboración del proyecto.

Con todo ello se obtiene un coste por kWh consumido de 0,1024 €

6.4 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL APOORTE ENERGÉTICO, PERIODO DE RETORNO Y CONCLUSIONES

Para concluir, se va a obtener el valor económico del ahorro obtenido a partir de la solución propuesta y de los costes energéticos del mercado, a través de la siguiente expresión puede observarse dicha valoración:

$$E_{eléctrica} = 1546,80 \frac{kWh_{eléctricos}}{día} \times 6 \frac{días}{semana} \times 4 \frac{semanas}{mes} = 37123,2 \frac{kWh_{eléctricos}}{mes}$$

Se ha obtenido por tanto una concepción global basada en el ahorro energético diario, y teniendo en cuenta los días de trabajo de la fábrica que son 6 semanalmente.

Con todo lo anterior y teniendo en cuenta el precio de 0.1024€/kWh eléctrico, el ahorro mensual asciende a

$$E_{eléctrica} = 37123,2 \frac{kWh_{eléctrico}}{mes} \times 0,1024 \frac{€}{kWh_{eléctrico}} = 3.801,42 \frac{€}{mes}$$

Por tanto se obtiene un ahorro anual en electricidad de aproximadamente 45.617,04 €, considerando que el coste total del sistema asciende a 37.961,26 € puede deducirse fácilmente que el periodo de retorno de la inversión es menor a 1 año.

En conclusión y tras el estudio económico realizado se considera la opción elegida como ideal considerando que el periodo de retorno es ciertamente bajo, incluso este puede reducirse ya que se han tomado aproximaciones como un agua de entrada al sistema a 25 °C, sin

embargo en invierno esta cifra puede reducirse hasta incluso los 15 °C logrando una eficiencia mayor en el sistema y por tanto una reducción del periodo de retorno de la inversión.

7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez se ha comprobado la viabilidad técnico-económica de la solución propuesta y puesto que se han definido en la etapa de dimensionado los elementos que forman la misma, en el presente apartado se va a abordar la instalación en campo del sistema propuesto, para ello se tomará la ayuda de ilustraciones que lograrán ofrecer una visión realista de dicho sistema.

La instalación de los elementos de la instalación se ha llevado a cabo en varias fases, algunas de ellas se especifican a continuación:

- Establecimiento del *lay-out* de la instalación: En este punto se ha establecido la distribución de los elementos en cada uno de los lugares que les corresponden, conformando de esta forma el montaje final de los dispositivos que intervienen en la instalación.



Figura 58. Fase de establecimiento del *lay-out* de la instalación

Como puede observarse en la ilustración anterior se encuentran los elementos ya existentes como el filtro rotativo en la plataforma de la izquierda, la arqueta de desbaste con sus correspondientes bombas de impulsión del agua fría residual. Por otro lado se pueden ver los nuevos elementos como los depósitos de agua descritos anteriormente, los dos intercambiadores de placas, y las bombas encargadas de suministrar el caudal necesario de funcionamiento del sistema.

- Ejecución del *piping*: En esta fase se han llevado a cabo el montaje de tubería y dispositivos intermedios como pueden ser válvulas de corte, válvulas de retención, medidores de caudal, instrumentación, etc.



Figura 59. Fase de ejecución del piping de la instalación

El montaje de tuberías se ha llevado a cabo en dos fases, la primera de ellas aborda la unión entre los intercambiadores y el agua limpia procedente del grupo de presión, que más tarde se convertirá en el agua fría de consumo para el proceso de lavado; la segunda fase abarca todas las líneas de tubería por las que circula el agua residual.

Las tuberías y uniones de agua de proceso se han llevado a cabo mediante tuberías de acero inoxidable AISI-304, el motivo por el cual se ha previsto de esta forma es que el agua para los procesos de lavado entra en contacto directo con el producto alimentario, es por ello que todas las líneas de tubería por las que discurre el agua limpia y fría deben estar construidas mediante este tipo de material. Las uniones soldadas se han ejecutado mediante soldadura TIG por soldadores homologado. Las uniones mecánicas con elementos embridados se han ejecutado mediante el sistema brida-valona con juntas estancas con compatibilidad alimentaria.

Por su parte, las tuberías y las uniones de la parte de agua residual se han llevado a cabo mediante elementos de PVC de alta presión, en este caso el agua que discurre por estos canales es residual, es decir, se utilizará como agua de riego lo que no requiere unas condiciones de consumo óptimas. Por este motivo y por su coste, se ha elegido el PVC como el material para la canalización del agua de desecho. La fijación de tubería y accesorios se han ejecutado mediante uniones pegadas y sistemas de junta-collarín.

- Instalación de instrumentación y control: Una vez se han llevado a cabo las fases de montaje y conexión de los elementos, se ha de ejecutar la instalación de elementos auxiliares para el control del proceso de recuperación.



Figura 60. Detalle de montaje de elementos para de instrumentación y control de la instalación

Como se puede observar aparecen elementos tales como sensores de temperatura tipo PT-100 que se utilizan para los fines definidos en la concepción del sistema como la medida de temperatura en los diferentes elementos de la instalación. Igualmente en la imagen del depósito puede observarse la instalación de un sensor de presión de membrana rasante utilizado para medir el nivel del depósito. También se pueden apreciar las diferentes válvulas motorizadas con sus correspondientes actuadores eléctricos.

- Instalación eléctrica: Tras el montaje de los diferentes dispositivos que conforman el sistema, así como la instrumentación que controla el mismo, etc. Falta completar la conexión eléctrica entre la instalación en campo y la caseta que protege los armarios eléctricos de la instalación.



Figura 61. Instalación eléctrica de los componentes del sistema de recuperación energética

El montaje eléctrico se ha llevado a cabo mediante manguera eléctrica libre de halógenos de las dimensiones especificadas en el diseño, los

sensores analógicos se han cableado mediante manguera apantallada para evitar pérdidas en la señal y errores de medida. Por su parte, todo el cableado exterior se ha montado bajo tubo corrugado de poliamida con conexiones tipo racord en los extremos. Igualmente los empalmes exteriores se han ejecutado bajo cajas estancas con protección IP 67.

Tanto los empalmes exteriores, como las conexiones en el bornero del armario eléctrico se han ejecutado mediante punteras normalizadas para el montaje eléctrico.

8. PRUEBAS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS

A continuación, y una vez terminada la fase de montaje de la instalación, se ha llevado a cabo un periodo de pruebas en el que se pretende ejecutar la puesta en marcha de la misma, así como un periodo de ajuste y regulación de la planta que permita obtener una configuración definitiva óptima.

Para la presente instalación, se ha realizado una batería de pruebas que se detalla en los siguientes apartados, en ellas se pretende evaluar la validez de la instalación mediante la comprobación de los datos obtenidos de la misma y su comparación con las previsiones realizadas mediante cálculos.

8.1 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

Uno de los principales factores que puede llevar al fallo o las pérdidas energéticas en el sistema puede ser la aparición de fugas de agua en las conducciones de la instalación.

Para evitar esto, se ha llevado a cabo una prueba hidrostática en la que se ha mantenido una presión de prueba de 13 bar durante una hora, de esta forma se ha podido comprobar la no existencia de fugas de agua en los elementos y conducciones de la instalación.

8.2 PRUEBA DE DINÁMICA DEL SISTEMA

Otro de los principales problemas a largo plazo es la aparición de vibraciones y otros factores que pueden llevar a cabo el fallo del sistema por fatiga mecánica, para evitar dichas vibraciones se han previsto varios tipos de sistemas de soporte que permitan absorber los factores de fallo de la instalación.

Una vez superada la prueba de estanqueidad, se ha llevado al sistema a puntos de trabajo aproximadamente iguales para los que fue diseñado, comprobando de forma fehaciente la inexistencia de vibraciones en los dispositivos y tuberías, de esta forma se puede asegurar que el fallo mecánico de los componentes o los enlaces de los mismos no aparecerá a medio y largo plazo.

8.3 PRUEBA ELÉCTRICA DEL SISTEMA

En este punto se lleva a cabo la comprobación del suministro eléctrico

en los diferentes puntos del sistema, igualmente se realizan las comprobaciones de aislamiento de los diferentes componentes, así como las pruebas de las protecciones eléctricas, sentido de giro de los motores de las bombas, etc.

Una vez comprobadas y ajustadas todas las conexiones se lleva a cabo la medición de consumo de los diferentes componentes como las bombas, contrastando dicho consumo con el nominal expresado en los datos técnicos de dichas bombas u otros componentes.

8.4 PRUEBA DE REGULACIÓN Y CONTROL

La etapa de diseño y programación requiere un periodo de depuración una vez se ha puesto en marcha la instalación, en esta fase se llevan a cabo diferentes comprobaciones como pueden ser:

- Lectura/escritura correcta de las entradas/salidas
- Escalado correcto de las variables analógicas
- Ajuste y sintonización de parámetros para los controles PID de la instalación
- Verificación de las alarmas previstas para la instalación y control del aviso a personal
- Verificación de la secuencia de trabajo de los diferentes componentes.
- Comprobación de las comunicaciones remota-local y de las comunicaciones a exterior del entorno LAN de la fábrica
- Comprobación del registro de datos para la obtención de históricos

8.5 PRUEBA DEL SISTEMA EN EL PUNTO DE DISEÑO

La última prueba a llevar a cabo es el funcionamiento del sistema global, para ello una vez comprobados y ajustados todos los parámetros de regulación y control, se ejecutará una prueba de funcionamiento en el punto de diseño nominal, de forma que pueda obtenerse una percepción del sistema global y de su correcto funcionamiento.

Para esta prueba se ejecutará el vertido controlado del agua fría de desecho que se obtiene a la salida del proceso de lavado de IV gama, esta agua discurrirá a lo largo del sistema verificando el funcionamiento de bombas, de etapas de filtrado, de sistemas de acumulación, de

intercambio térmico, etc.

Si los parámetros obtenidos son correctos, se procederá a dejar funcionando el sistema de forma controlada en un periodo de pruebas de 15 días. En caso de detectarse anomalías, se tomarán las medidas correctoras necesarias para subsanarlas a la mayor brevedad.

Una vez superado el periodo de pruebas el sistema permanecerá en funcionamiento por tiempo indefinido.

8.6 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

La fase de identificación de problemas se ha llevado a cabo de forma paralela a cada una de las fases de prueba, de hecho se han detectado y corregido fallos en todas y cada una de las etapas, por ejemplo, fugas en las conducciones de PVC por defecto en las uniones pegadas, vibraciones en tuberías de acero inoxidable por defecto de abrazaderas antivibratorias, fallo el sentido de giro de los motores, desintonización de parámetros de control en los lazos cerrados, etc.

Sin embargo cabe destacar, que el principal problema que ha surgido en las diferentes etapas de prueba ha sido el ensuciamiento de los intercambiadores de placas, esto ha venido motivado por una etapa inicial en la que no se disponía de la segunda y tercera etapa de filtrado de forma que únicamente con una filtración, el agua fría con contenido en sólidos inundaba los intercambiadores produciendo atascos en los mismos.

En la siguiente ilustración se puede observar una de las placas del intercambiador tras el funcionamiento del sistema por un corto espacio de tiempo.



Figura 62. Placa de intercambio térmico con ensuciada mediante sólidos

Para evitar el ensuciamiento de las placas y la consiguiente disminución en el rendimiento de los intercambiadores, se implementaron dos etapas de filtrado posteriores con autolimpieza que permiten aumentar los tiempos de revisión y limpieza del sistema.

8.7 RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez finalizada la fase de pruebas y la puesta en marcha del sistema, se ha llevado a cabo un estudio de los datos obtenidos. Para la compresión de los resultados, se ha elaborado el siguiente gráfico:

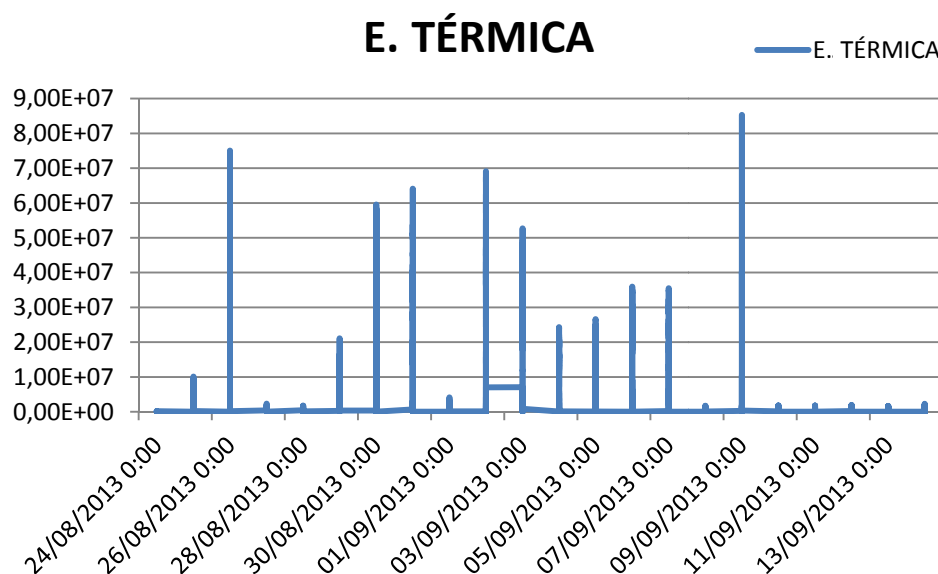


Figura 63. Gráfico de comportamiento del sistema mediante el periodo de pruebas

En el gráfico se muestra que el proceso de recuperación energética es un sistema discreto, esto es sencillo de entender ya que el vertido del agua residual del proceso de lavado de IV gama se produce en los momentos que exige la producción, uno o dos veces al día, es por tanto cuando debe de aprovecharse el sistema para refrigerar el máximo caudal de agua, haciendo de esta forma que este agua que llega al depósito de acumulación de agua fría no tenga que ser enfriada por medio del sistema de refrigeración convencional.

Por otro lado, en el gráfico se muestran largos periodos de inactividad, que coinciden con fines de semana, periodos de pruebas o periodos de inactividad por época estival.

Aun con los datos obtenidos, se debe observar el funcionamiento del sistema durante un tiempo mayor, a fin de establecer la tendencia estadística de los datos de proceso una vez se ha producido la estabilización de dicho sistema.

9. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las incidencias ocurridas en la fase de diseño y desarrollo, en vista de los resultados obtenidos en las pruebas, y atendiendo a los condicionantes planteados en la identificación de necesidades, se tiene suficientes datos como para señalar ciertas conclusiones.

- La configuración de la instalación elegida, constituye una solución válida, de bajo coste y alta eficiencia energética, adecuada a las necesidades que se plantearon al inicio del proyecto.
- La posibilidad de funcionar de forma autónoma mediante control programado, incluso la posibilidad de generar avisos de avería, mantenimiento, etc. Así como la posibilidad de telegestión de la instalación desde cualquier punto del mundo conectado a Internet supone un avance importante que permite afirmar que el sistema escogido aporta un salto de calidad en cuanto a la automatización de plantas industriales
- La solución global aportada permite llegar a cifras de ahorro energético en torno al 20-25% del total consumido de forma anual, llegando al punto de ofrecer un retorno de la inversión inicial antes del primer año de vida de la instalación.
- La integración tanto a nivel mecánico, como a nivel eléctrico y de automatización con el resto de la planta frigorífica existente es sencilla y rápida lo que permite tiempos de ejecución del proyecto cortos y con nulas paradas de producción.
- La ejecución de acciones de mejora de la eficiencia energética en industrias agroalimentarias de IV gama supone un importante impulso del aspecto económico global de la planta, que repercute en el producto final y mejora la competitividad de la empresa en los mercados existentes

Una vez terminado el trabajo, y disfrutando por tanto de cierta perspectiva una vez ejecutadas todas las fases del proyecto, entre las posibles líneas de continuación del presente proyecto, se pueden destacar las siguientes:

- Estudio de la modificación del sistema de filtrado para la consecución de unos parámetros de trabajo más eficientes

- Diseño de un sistema automático de limpieza y purga para depósitos de almacenamiento
- Estudio del impacto sobre la eficiencia, de la instalación de depósitos de almacenamiento mayores para condiciones de bombeo más favorables.
- Implementación de un sistema automático de detección de fugas de agua en las conducciones de la instalación mediante medida directa de caudal y presiones en diferentes puntos de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

BAC Handbook – EU – Volume1, Baltimore Aircoil International, N.V. 2006

Sostenibilidad y Eficiencia Energética en la Industria, Rodrigo Ramirez P. CITEA. 2008

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers). 2009. ASHRAE handbook. Fundamentals. Atlanta, Georgia, Estados Unidos. ASHRAE.

http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/cuarta_gama.htm

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/s71200/pages/s71200.aspx>

Paso a paso S7-1200 – Step Basic v10.5, SIEMENS SWE

Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas según RD. 138/2011 y sus instrucciones Técnicas Complementarias, 2011. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Nuevas Tendencias de Procesado y Conservación de alimentos vegetales de IV gama. CEBAS AGRO-CSIC. Maria Isabel Gil, Ana Allende, David Beltrán y Victoria Selma

Modelo de Cálculo para el análisis térmico y mecánico de intercambiadores de placas. UPCT. Alejandro Gómez García. 2008

Documentación de fabricante Turatti, Spa. Industria de maquinaria para industria de IV gama

Documentación de fabricante de componentes para instalaciones frigoríficas

Reglamento electrotécnico de baja tensión RD 842/2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

Technical Data of Plate Heat Exchanger. Alfa Laval. 2012

ANEXO I

HOJAS DE DATOS DE FABRICANTES



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

Acero Inoxidable AISI 304 - AISI 316L

Electrobombas centrífugas normalizadas construidas en Acero Inoxidable AISI 304 (Serie 3) y Acero Inoxidable AISI 316L (Serie 3L) particularmente adecuadas para el abastecimiento de agua doméstico, agrícola e industrial, grupos de presión y contra incendios, calefacción y aire acondicionado, lavado a presión, tratamiento de agua, torres de refrigeración e intercambiadores de calor. Incorporadas a diferentes tipos de maquinaria industrial.



PRESTACIONES

- Presión máx. de trabajo: 10 bar.
- Temperaturas máx. del líquido vehiculado: -20°C / +120°C

MATERIALES

- Cuerpo de bomba, impulsor, base portacierre y eje:
 - Serie 3: AISI 304
 - Serie 3L : AISI 316L
 - Modelos 65-250 y Serie 80: AISI 316L
- Modelo 65 impulsor en AISI 316 (opcional bronce)
- Cierre mecánico: Carbón / Cerámica / NBR
- Cierre mecánico versión H: Carbón / Cerámica / FPM
- Cierre mecánico versión HS: SiC / SiC / FPM

DATOS TÉCNICOS

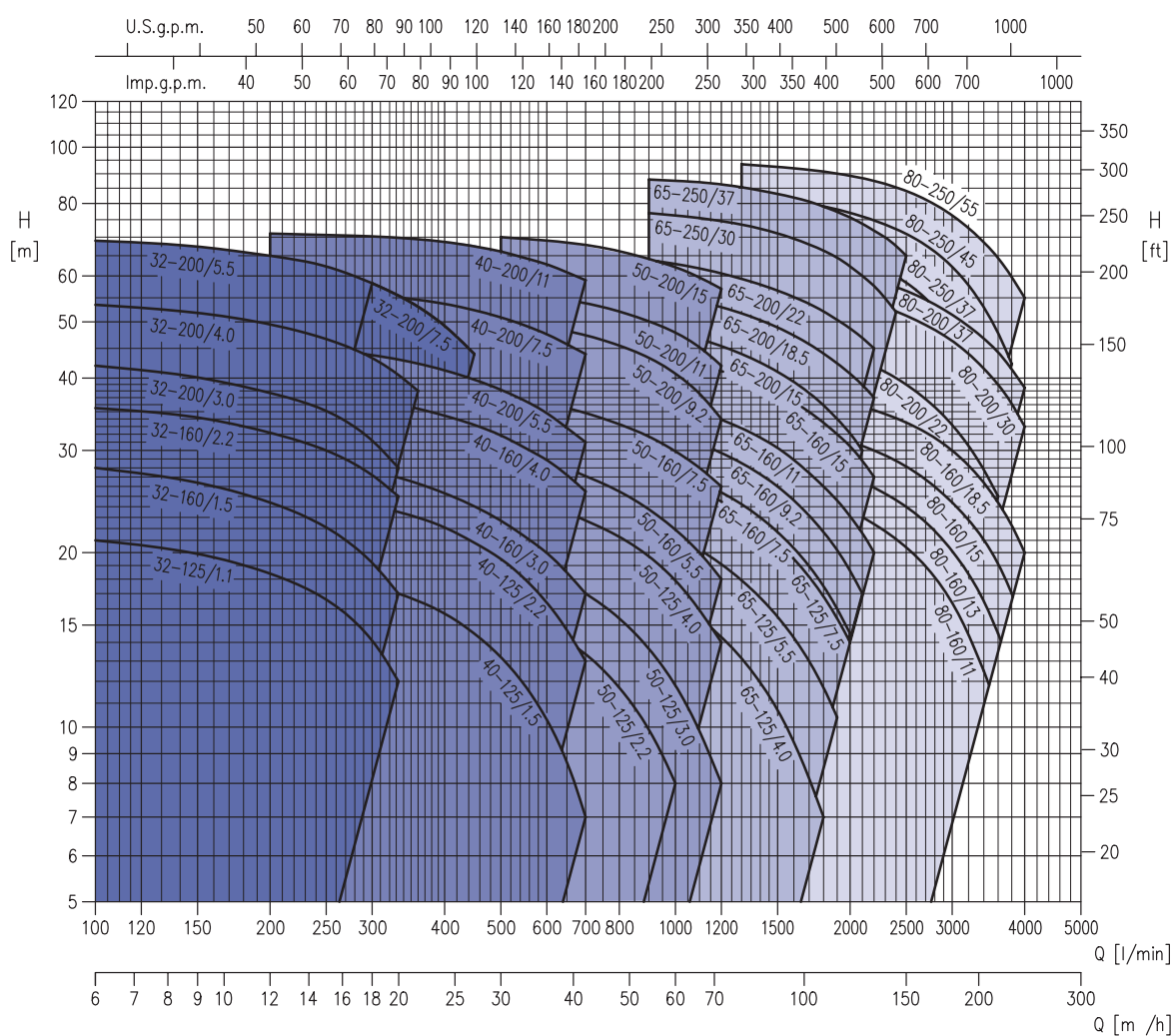
- Motor asíncrono, 2 y 4 polos.
- Aislamiento Clase F
- Protección IP55
- Trifásica 230/400V \pm 10% 50 Hz hasta 4 kW inclusive
400/690V \pm 10% 50 Hz para potencias superiores
- Disponible en 4 versiones con motores de 2 y 4 polos.



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CAMPO DE TRABAJO - 2.900 r.p.m. (según ISO 9906 / 2)





SERIE 3 - SERIE 3L

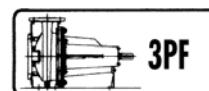
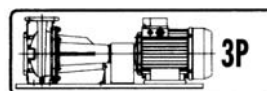
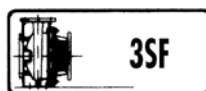
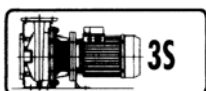
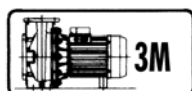
ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

TABLA DE CARACTERÍSTICAS a 2.900 r.p.m. - Modelo 3M-3S-3P-(L)

Bomba	kW	CV	l/min m³/h	Q=Caudal																	
				100	200	300	333	400	500	600	700	1000	1200	1700	1900	2100	2200	2300	2400	2500	
				6	12	18	20	24	30	36	42	60	72	102	114	126	132	132	144	150	
H=Altura manométrica total en m																					
32-125/1.1 (M)	1,1	1,5		21	18,4	14,1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32-160/1.5 (M)	1,5	2		28	24,5	19,2	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32-160/2.2 (M)	2,2	3		35,5	32	27	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32-200/3.0	3	4		42	37,5	31	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32-200/4.0	4	5,5		53,5	49,5	43,5	40,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32-200/5.5	5,5	7,5		69	65	58,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32-200/7.5	7,5	10		69	65	58,3	55,5	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40-125/1.5 (M)	1,5	2		-	19	17,6	17	15,7	13,2	10,3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40-125/2.2 (M)	2,2	3		-	25,5	24	23,5	22	19,5	16,4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40-160/3.0	3	4		-	29,5	27,5	27	25,5	22,5	20	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40-160/4.0	4	5,5		-	38,5	37	36	34,5	32	29	25,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40-200/5.5	5,5	7,5		-	45,5	44	43	41	38	35	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40-200/7.5	7,5	10		-	57	55,5	55	53,5	51	47,5	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40-200/11	11	15		-	71	70	70	68,5	66	63	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50-125/2.2 (M)	2,2	3		-	-	-	-	17,5	16,3	14,9	13,4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	
50-125/3.0	3	4		-	-	-	-	20,5	19,6	18,4	17	11,8	8	-	-	-	-	-	-	-	
50-125/4.0	4	5,5		-	-	-	-	26	25	24	22,5	17,9	14	-	-	-	-	-	-	-	
50-160/5.5	5,5	7,5		-	-	-	-	31	30	28,5	27	22	18	-	-	-	-	-	-	-	
50-160/7.5	7,5	10		-	-	-	-	38,5	37,5	36	35	30	26	-	-	-	-	-	-	-	
50-200/9.2	9,2	12,5		-	-	-	-	50	49	47,5	40,5	34	-	-	-	-	-	-	-	-	
50-200/11	11	15		-	-	-	-	56	55	54	48	42	-	-	-	-	-	-	-	-	
50-200/15	15	20		-	-	-	-	70	69	68	62	57	-	-	-	-	-	-	-	-	
65-125/4.0	4	5,5		-	-	-	-	-	20	19,4	16,5	14,4	8,6	6,3	-	-	-	-	-	-	
65-125/5.5	5,5	7,5		-	-	-	-	-	25	24,5	21,5	19,1	13,3	10,8	8	-	-	-	-	-	
65-125/7.5	7,5	10		-	-	-	-	-	30,5	29,5	27	24,7	18,7	16,1	13,4	12	-	-	-	-	
65-160/7.5	7,5	10		-	-	-	-	-	-	30	27	25,9	19,9	17,1	14,2	-	-	-	-	-	
65-160/9.2	9,2	12,5		-	-	-	-	-	-	34,5	32	29,9	23,9	21,1	18,3	16,8	-	-	-	-	
65-160/11	11	15		-	-	-	-	-	-	38,5	36	34,2	28,4	25,8	23	21,5	20	-	-	-	
65-160/15	15	20		-	-	-	-	-	-	45,5	43	41	35,3	32,6	29,6	28	26,5	-	-	-	
65-200/15	15	20		-	-	-	-	-	-	51	48	45,5	38,4	35,3	31,8	30	-	-	-	-	
65-200/18.5	18,5	25		-	-	-	-	-	-	58,5	55,5	53	46	43	39,7	38	36,3	-	-	-	
65-200/22	22	30		-	-	-	-	-	-	65,5	63	60,5	54	51	48	46,5	45	-	-	-	
65-250/30	30	40		-	-	-	-	-	-	76	74,5	68	64,5	60	57,5	55	52	-	-	-	
65-250/37	37	45		-	-	-	-	-	-	87	86,5	80,5	77,5	74	72	70	67,5	65	62,5	60	

TABLA DE CARACTERÍSTICAS SERIE 80 a 2.900 r.p.m. - Modelo 3LM-3LS-3LP

Bomba	kW	CV	l/min m³/h	Q=Caudal																
				0	1300	1800	2200	2600	3000	3400	3600	3800	4000	4200						
				0	78	108	132	156	180	204	216	228	240	252						
H=Altura manométrica total en m																				
80-160/11	11	15		29	27,3	24,8	22,4	19,7	16,4	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
80-160/13	13	17,5		32	30,5	28,3	25,9	23,3	20,1	16,5	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
80-160/15R	15	20		32	30,5	28,3	25,9	23,3	20,1	16,5	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
80-160/15	15	20		35	34	32	30	27,5	24,4	21	19,1	17	-	-	-	-	-	-	-	
80-160/18.5	18,5	25		40	39	37,2	35,2	32,9	30	26,4	24,4	22,3	20	-	-	-	-	-	-	
80-200/22	22	30		50	48	45	42	37,9	33,2	27,8	25	-	-	-	-	-	-	-	-	
80-200/30	30	40		60	58,5	56,5	54	50,5	46,5	41,5	39	36,1	33	-	-	-	-	-	-	
80-200/37	37	50		66	64	61,5	59	55,5	51,5	47	44,5	41,5	38,5	-	-	-	-	-	-	
80-250/37	37	50		73	71,5	67,5	63	56,5	48,5	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
80-250/45	45	60		84	82,5	79	75	69,5	62	53	48	42,3	-	-	-	-	-	-	-	
80-250/55	55	75		95	93,5	91	87,5	82,5	76,5	68,5	64,5	60	55	-	-	-	-	-	-	

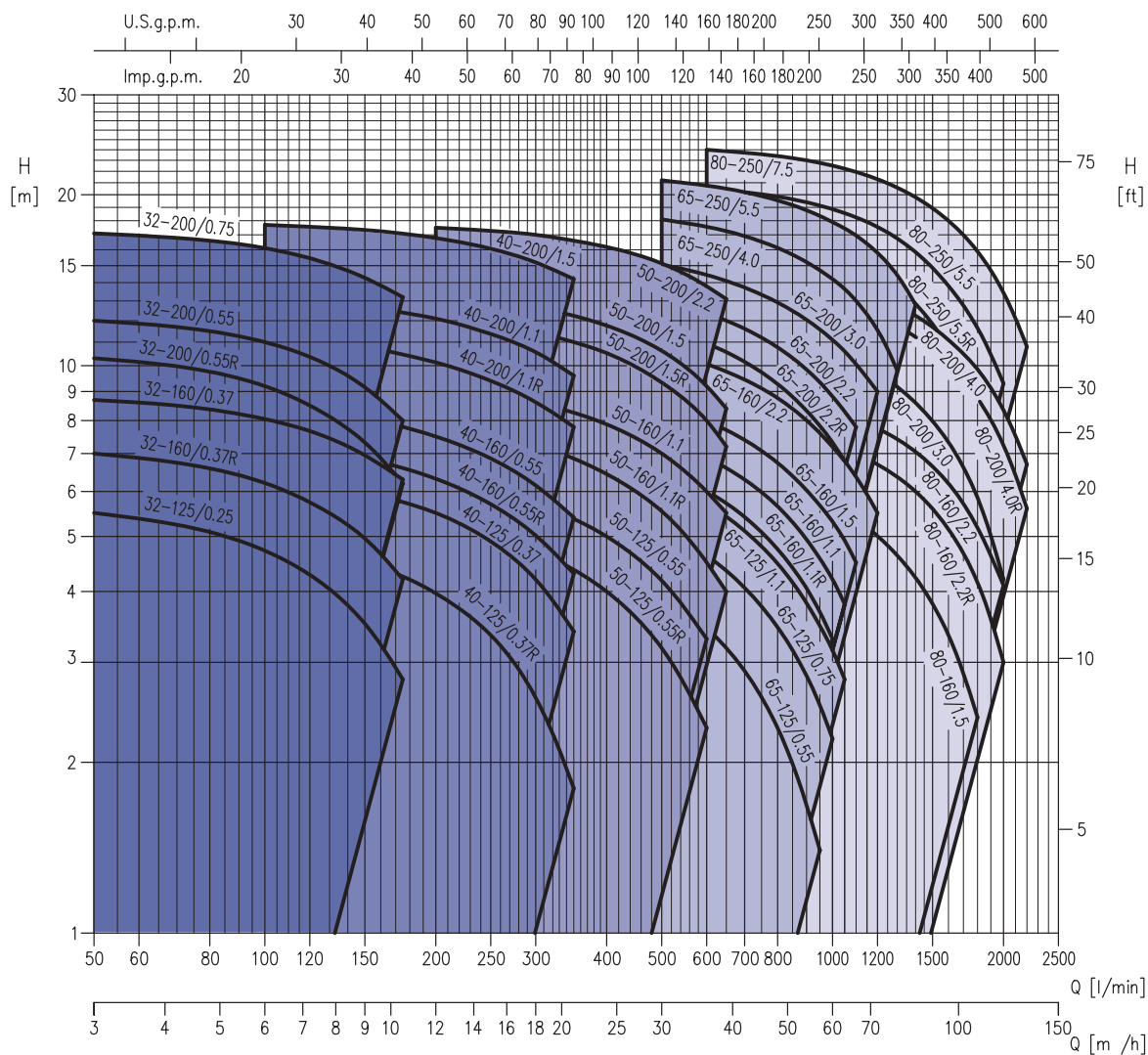




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CAMPO DE TRABAJO - 1.450 r.p.m. (según ISO 9906 / 2)





SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

TABLA DE CARACTERÍSTICAS a 1.450 r.p.m. - Modelo 3M4-3S4-3P4-(L)

Bomba	kW	CV	l/min m³/h	Q=Caudal																	
				50	100	160	200	300	350	400	500	600	800	950	1000	1050	1100	1200	1300	1400	
				3	6	9,6	12	18	21	24	30	36	48	57	60	63	66	72	78	84	
				H=Altura manométrica total en m																	
32-125/0.25	0,25	0,33		5,6	4,9	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
32-160/0.37R	0,37	0,5		7,2	6,3	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
32-160/0.37	0,37	0,5		8,7	8	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
32-200/0.55R	0,55	0,75		10,5	9,3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
32-200/0.55	0,55	0,75		12	11	9,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
32-200/0.75	0,75	1		17,3	16,5	14,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40-125/0.37R	0,37	0,5		-	4,5	4	3,6	2,3	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40-125/0.37	0,37	0,5		-	6,2	5,7	5,2	3,8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40-160/0.55R	0,55	0,75		-	7,2	6,7	6,3	5	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40-160/0.55	0,55	0,75		-	8,5	7,9	7,5	6,2	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40-200/1.1R	1,1	1,5		-	11	10,5	10,1	9	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40-200/1.1	1,1	1,5		-	12,7	12,3	11,9	10,4	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40-200/1.5	1,5	2		-	17,8	17,4	16,9	15,3	14,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
50-125/0.55R	0,55	0,75		-	-	-	4,9	4,4	4,2	3,8	3	2	-	-	-	-	-	-			
50-125/0.55	0,55	0,75		-	-	-	5,8	5,4	5,2	4,9	4,1	3,2	-	-	-	-	-	-			
50-160/1.1R	1,1	1,5		-	-	-	7,7	7,2	6,9	6,5	5,6	4,5	-	-	-	-	-	-			
50-160/1.1	1,1	1,5		-	-	-	9	8,5	8,2	7,8	6,9	5,8	-	-	-	-	-	-			
50-200/1.5R	1,5	2		-	-	-	12,1	11,5	11,1	10,6	9,5	8	-	-	-	-	-	-			
50-200/1.5	1,5	2		-	-	-	13	12,3	11,9	11,5	10,5	9,1	-	-	-	-	-	-			
50-200/2.2	2,2	3		-	-	-	17,7	17,2	16,8	16,4	15,4	14	-	-	-	-	-	-			
65-125/0.55	0,55	0,75		-	-	-	-	4,8	4,6	4,4	4	3,5	2,3	1,4	-	-	-	-			
65-125/0.75	0,75	1		-	-	-	-	6	5,8	5,7	5,2	4,6	3,5	2,5	2,2	-	-	-			
65-125/1.1	1,1	1,5		-	-	-	-	7,2	7	5,8	6,3	5,8	4,5	3,5	3,2	2,8	-	-			
65-160/1.1	1,1	1,5		-	-	-	-	-	8,1	8	7,4	7	5,7	4,6	4,2	3,8	-	-			
65-160/1.5	1,5	2		-	-	-	-	-	9,2	9	8,5	8	6,7	5,7	5,3	4,9	4,5	-			
65-160/2.2	2,2	3		-	-	-	-	-	11,3	11,1	10,6	10	8,8	7,6	7,2	6,8	6,4	5,5			
65-200/2.2R	2,2	3		-	-	-	-	-	12,4	12,2	11,6	11	9,3	7,8	7,3	6,8	-	-			
65-200/2.2	2,2	3		-	-	-	-	-	13,9	13,7	13	12,4	10,8	9,3	8,8	8,3	7,8	-			
65-200/3.0	3	4		-	-	-	-	-	15,8	15,6	15	14,5	12,9	11,6	11,1	10,6	10,1	9			
65-250/4.0	4	5,5		-	-	-	-	-	-	-	18,1	17,6	16,1	14,7	14,2	13,7	13	11,6			
65-250/5.5	5,5	7,5		-	-	-	-	-	-	-	21,2	20,7	19,6	18,4	17,9	17,5	17	15,8			

TABLA DE CARACTERÍSTICAS SERIE 80 a 1.450 r.p.m. - Modelo 3LM4-3LS4-3LP4

Bomba	kW	CV	l/min m³/h	Q=Caudal															
				0	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400					
				0	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144					
H=Altura manométrica total en m																			
80-160/1.5	1,5	2		7,3	6,8	6,3	5,7	5	4,2	3,4	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-
80-160/2.2R	2,2	3		8,6	8,1	7,8	7,3	6,7	6	5,2	4,2	3	-	-	-	-	-	-	-
80-160/2.2	2,2	3		9,5	9,1	8,8	8,3	7,8	7,1	6,2	5,2	4,1	-	-	-	-	-	-	-
80-200/3.0	3	4		12,4	12	11,5	10,7	9,7	8,6	7,3	5,9	4,2	-	-	-	-	-	-	-
80-200/4.0R	4	5,5		14,8	14,4	13,9	13,2	12,2	11,2	10,1	8,8	7,2	5,6	-	-	-	-	-	-
80-200/4.0	4	5,5		16	15,4	14,9	14,1	13,2	12,3	11,1	9,9	8,4	6,7	-	-	-	-	-	-
80-250/5.5R	5,5	7,5		18,5	17,7	17	16	14,6	12,9	10,7	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-
80-250/5.5	5,5	7,5		21,2	20,5	19,9	18,9	17,6	15,9	13,8	11,7	9,3	-	-	-	-	-	-	-
80-250/7.5	7,5	10		24,5	24	23,4	22,5	21,3	19,8	18	15,9	13,5	10,8	-	-	-	-	-	-

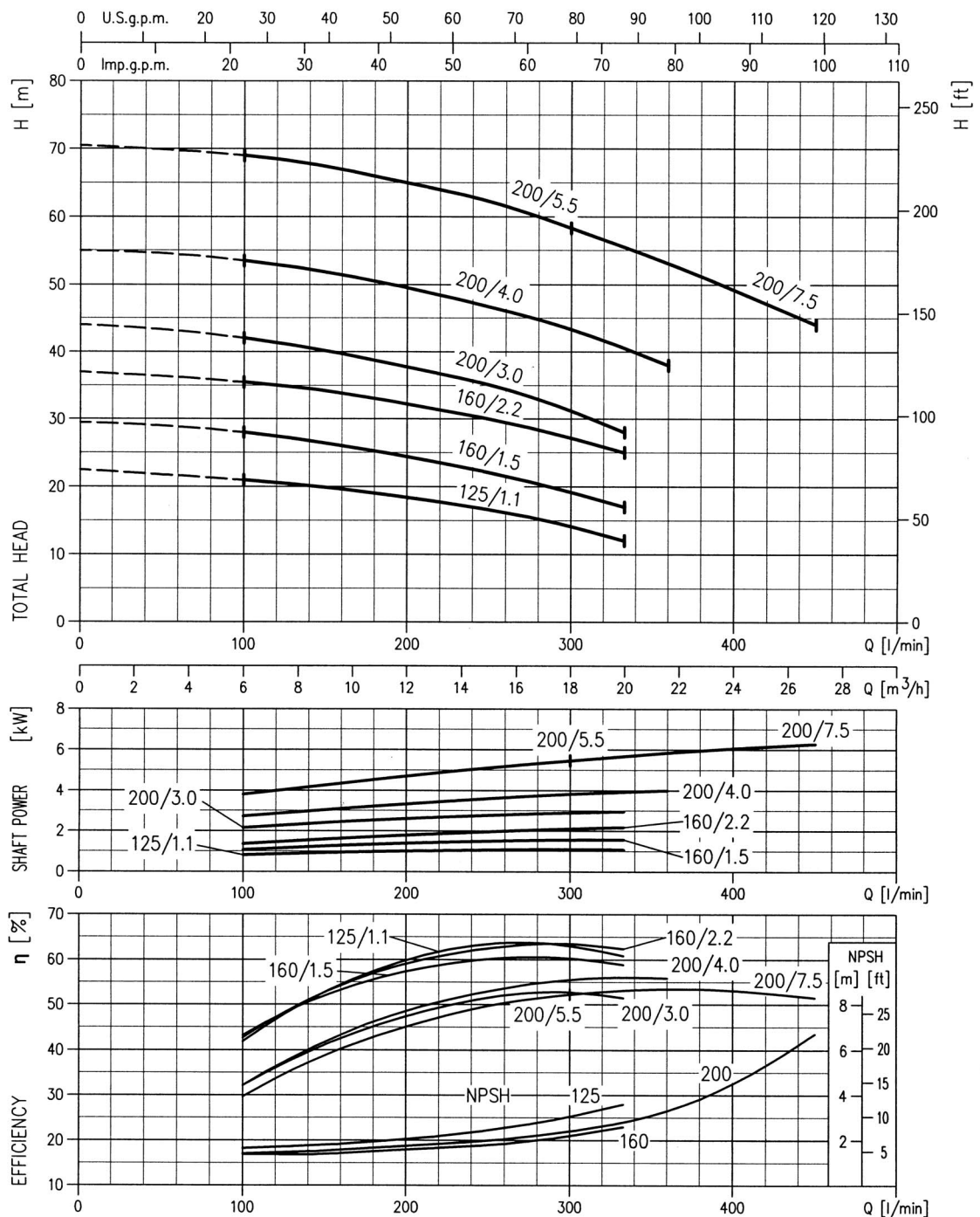




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 32 a 2.900 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)



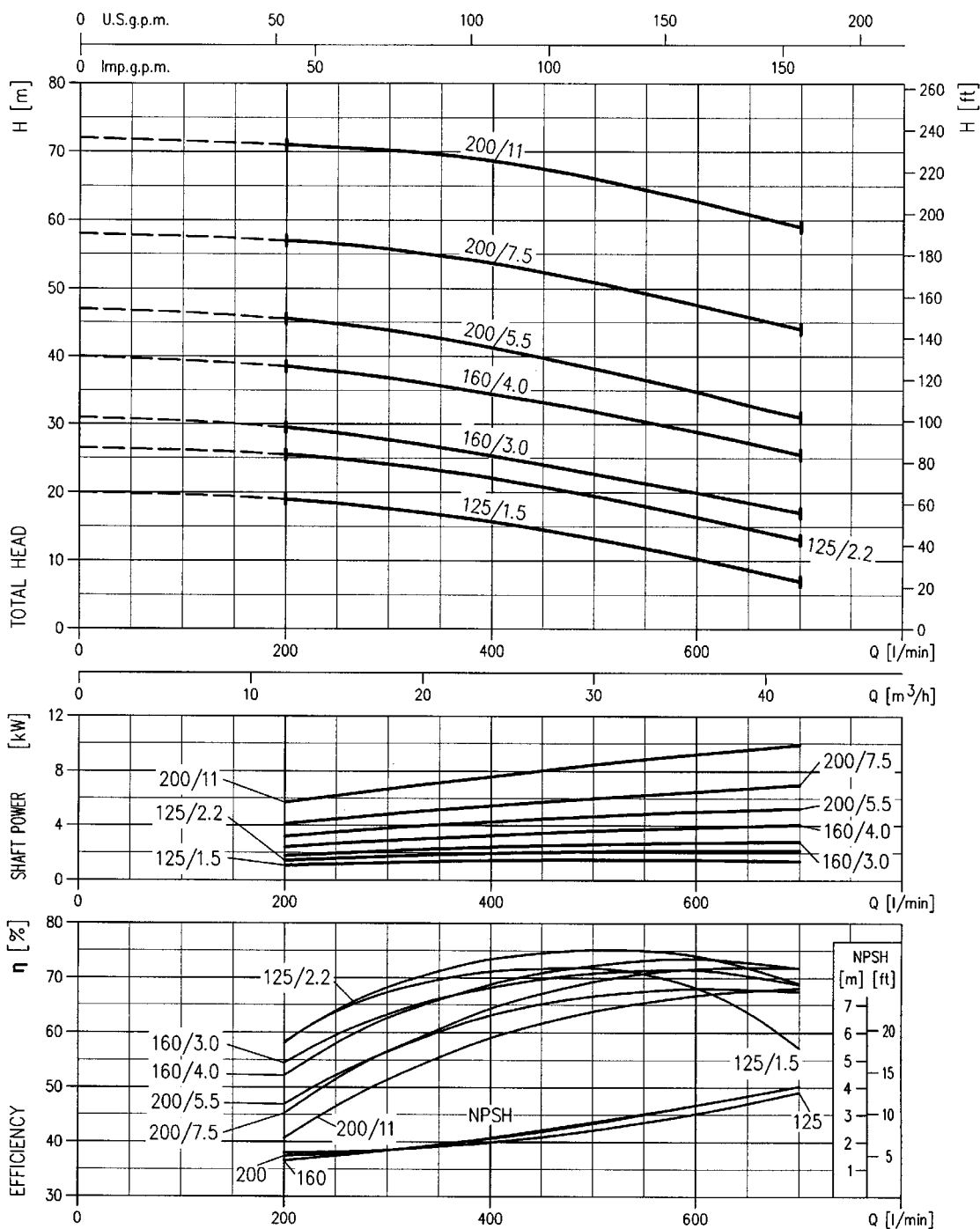


SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 40 a 2900 min⁻¹

(según ISO 9906 / 2)

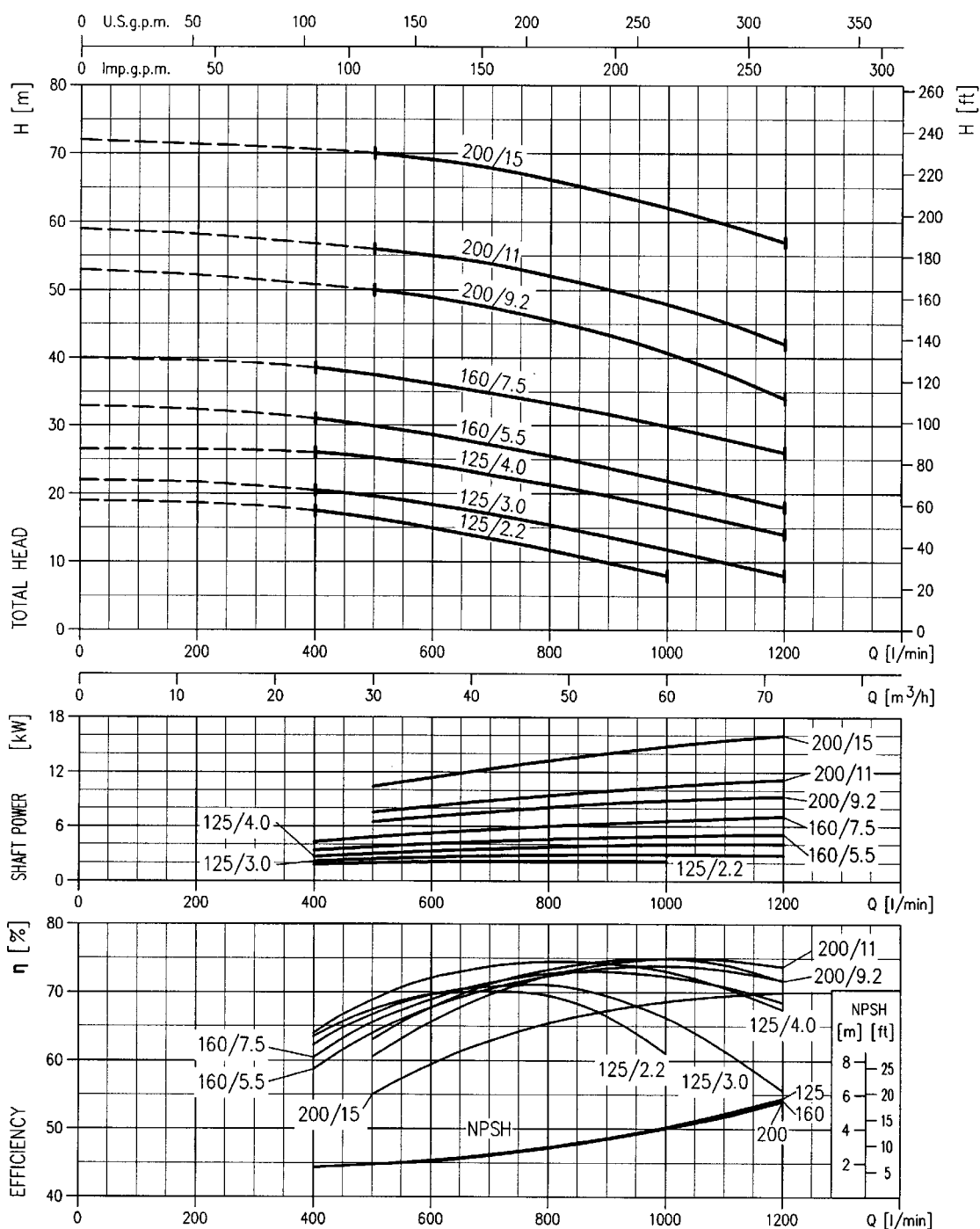




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 50 a 2.900 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)



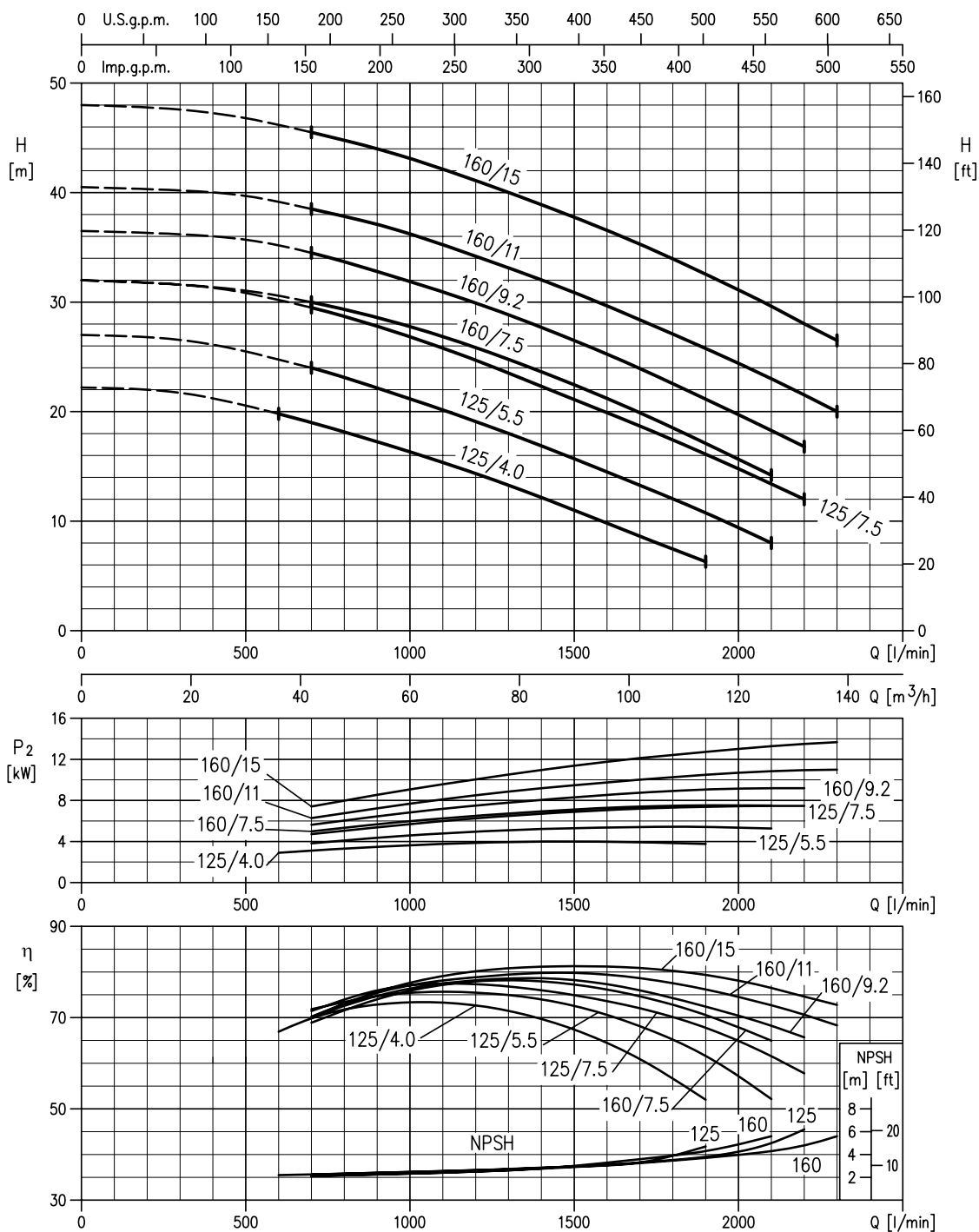


SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 65 a 2.900 min^{-1}

(según ISO 9906 / 2)

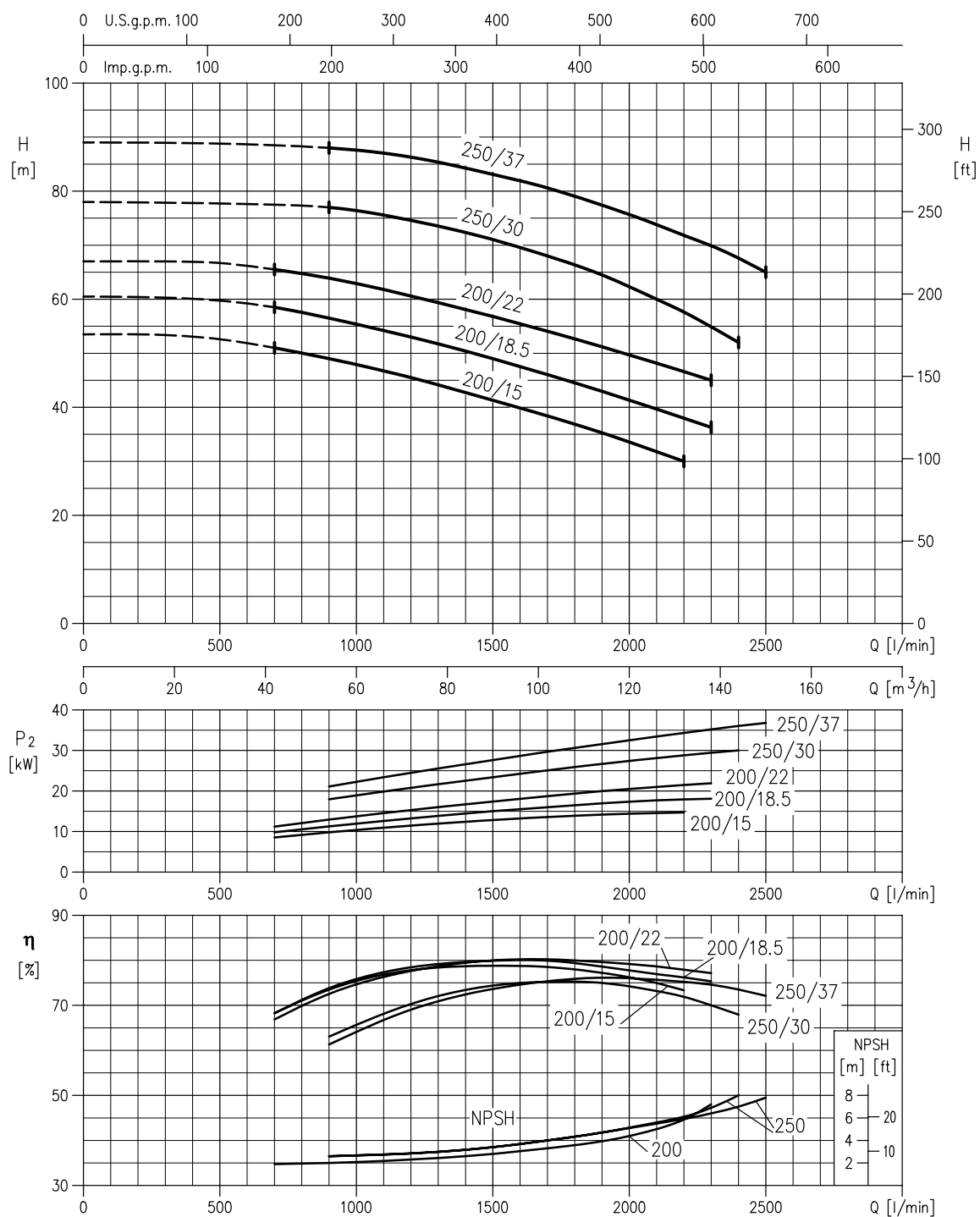




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 65 a 2.900 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)

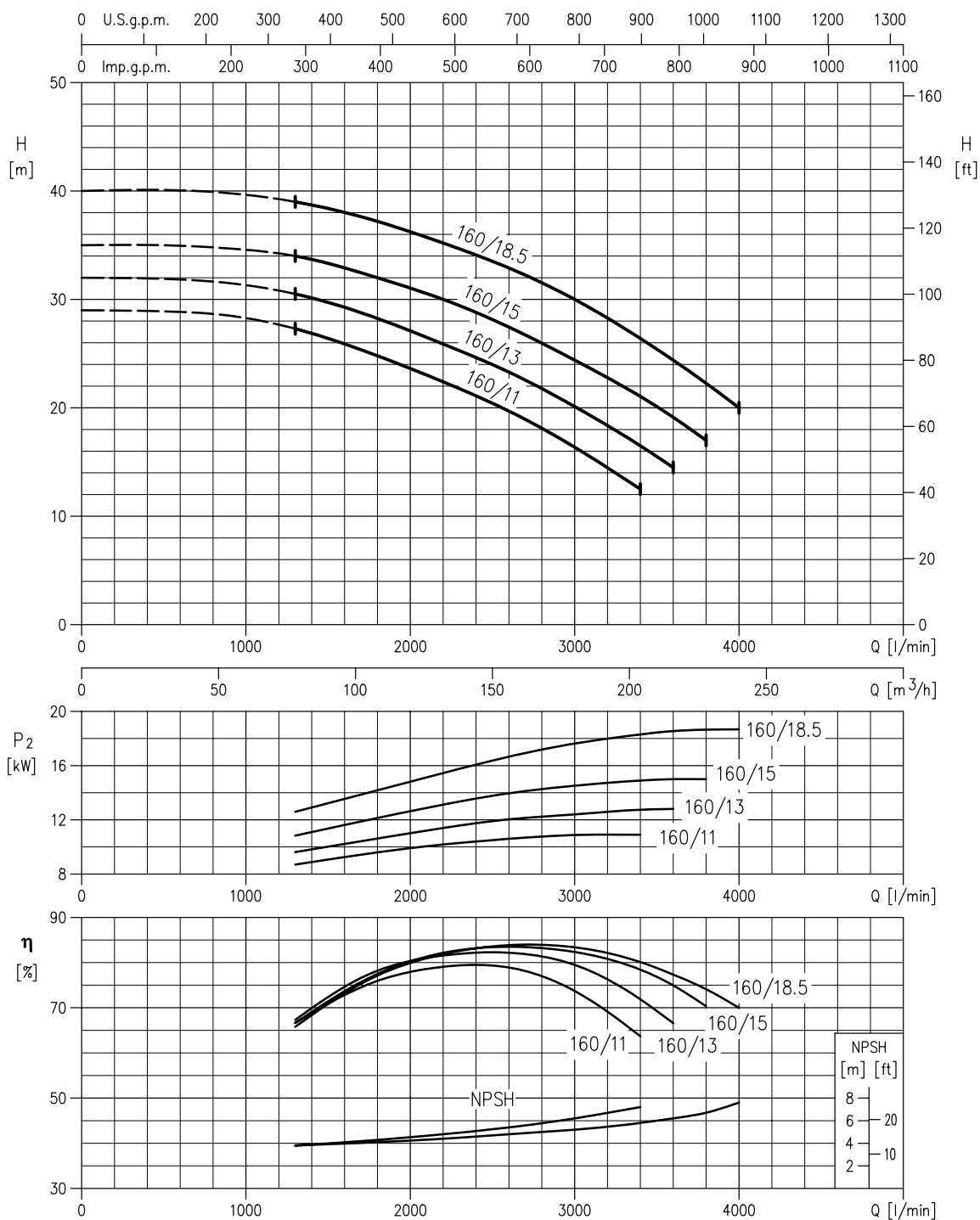




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3LM-3LS-3LP 80 a 2.900 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)

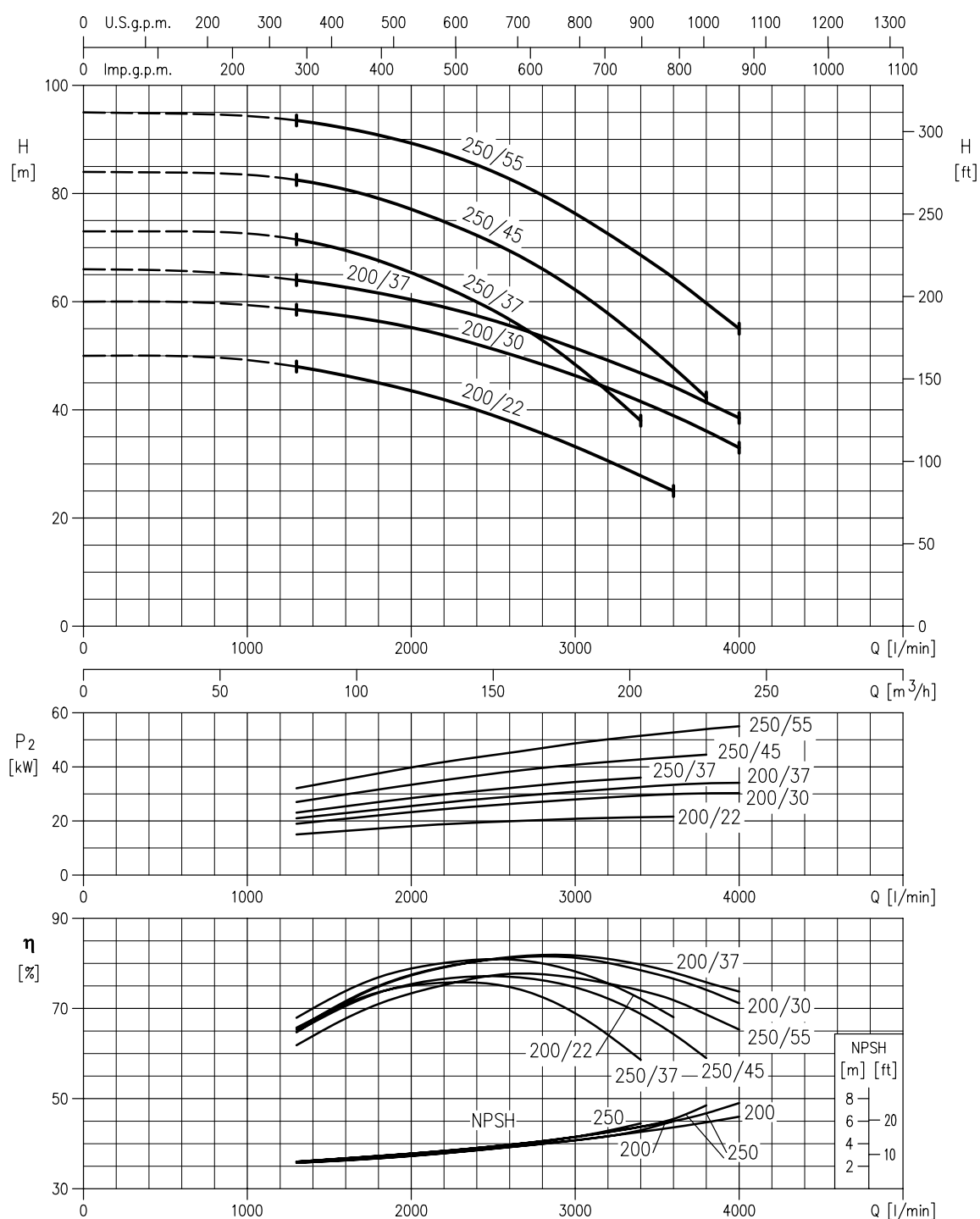




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3LM-3LS-3LP 80 a 2.900 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)

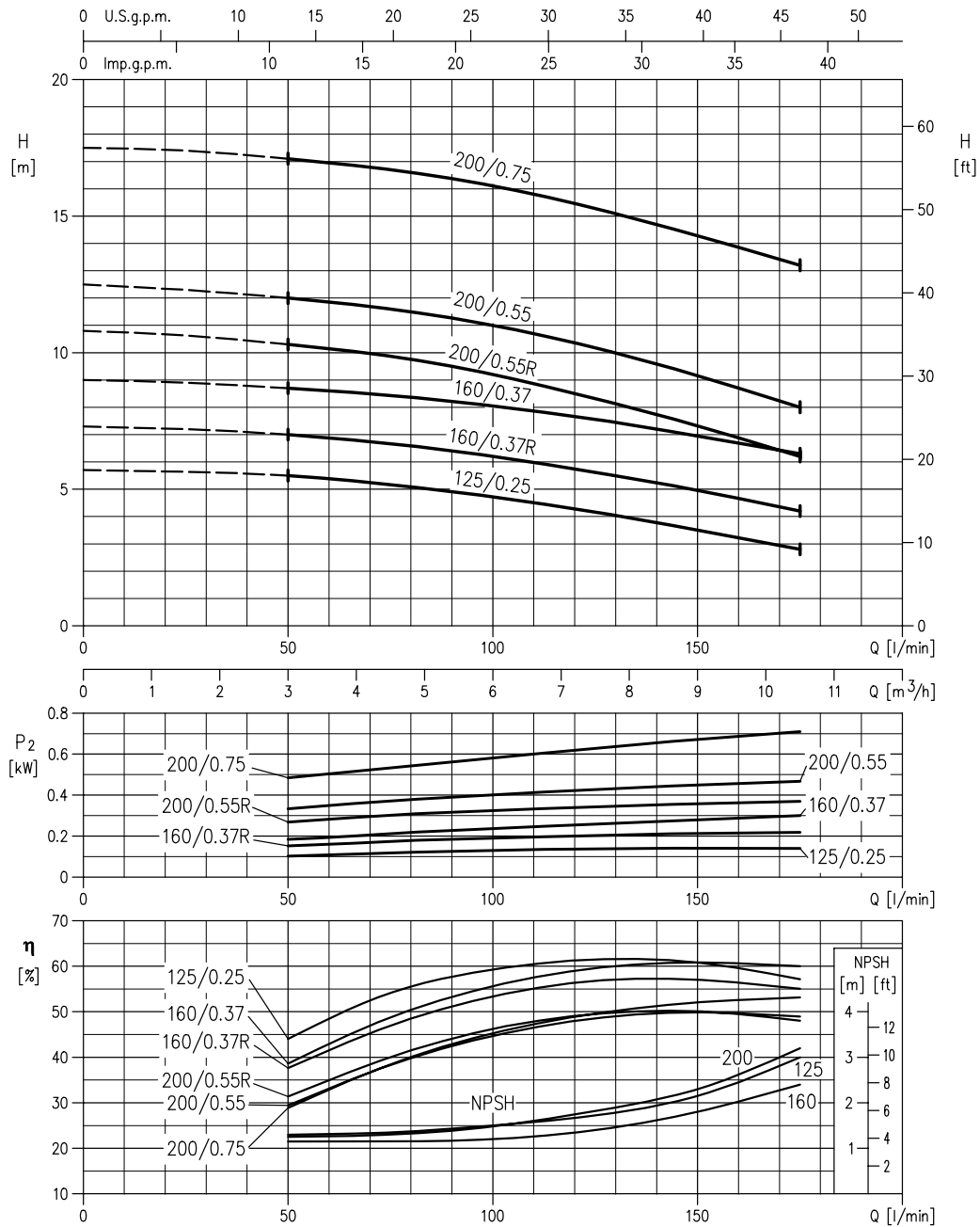




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 32 a 1.450 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)



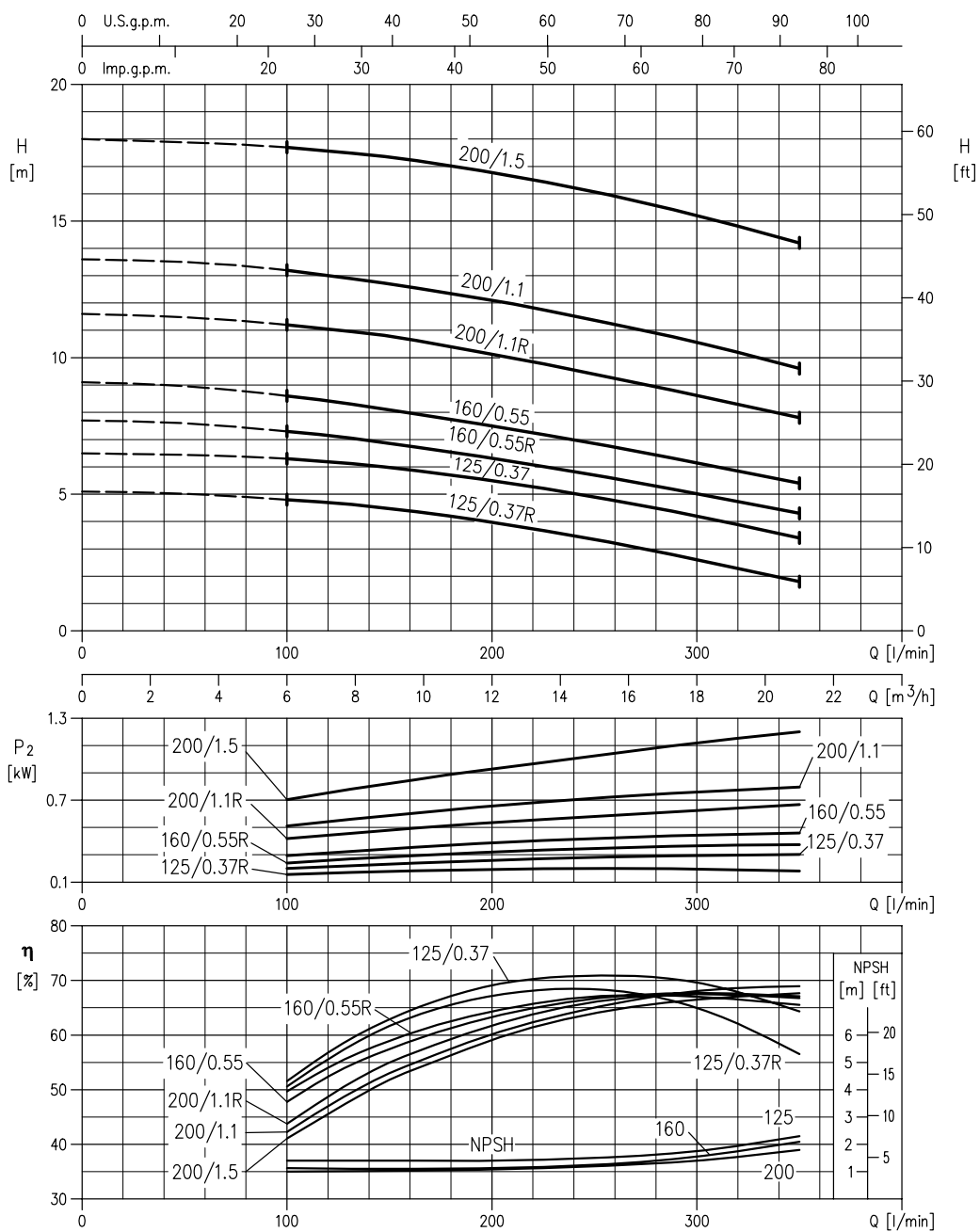


SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 40 a 1.450 min^{-1}

(according to ISO 9906 Annex A)

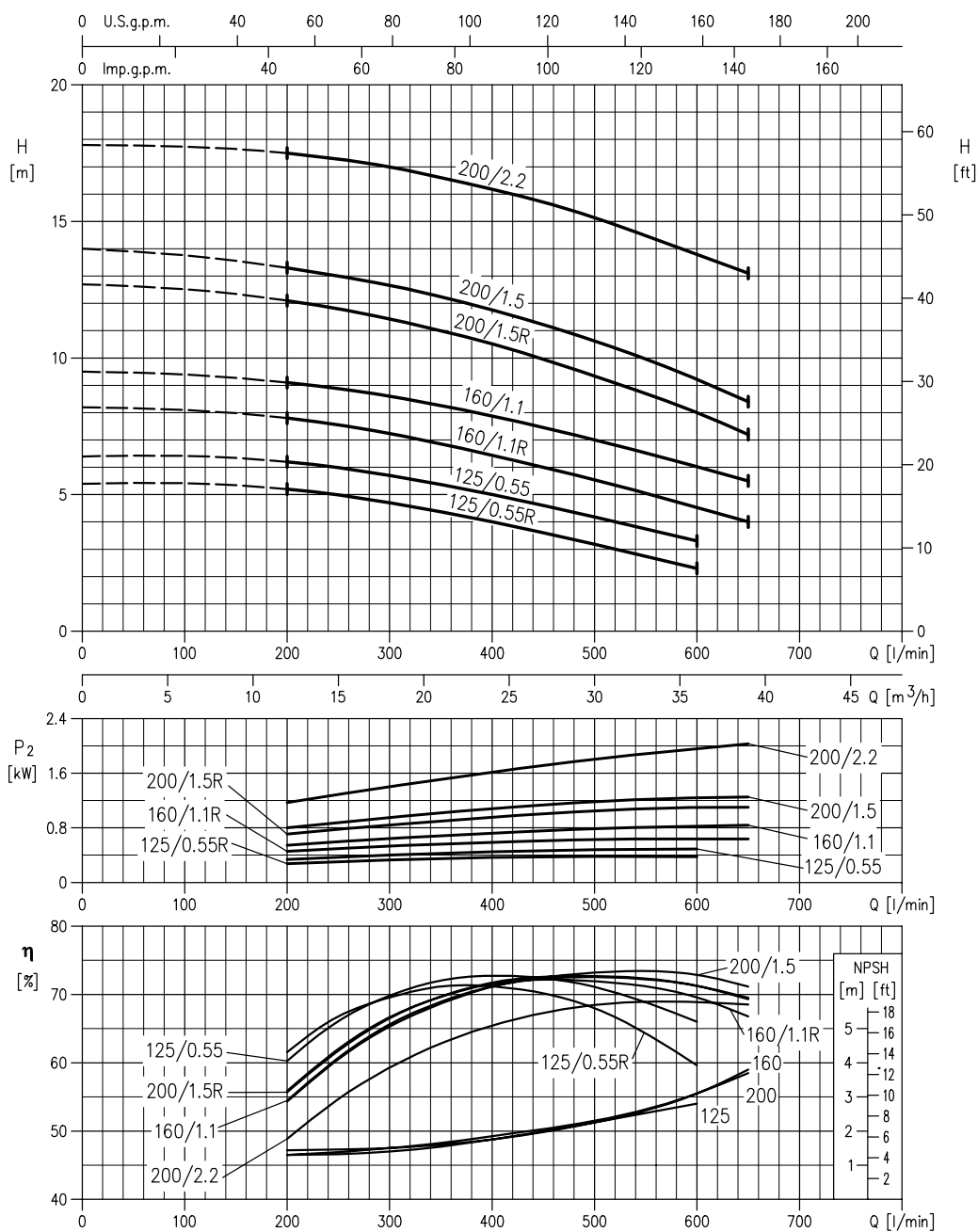




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 50 a 1.450 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)

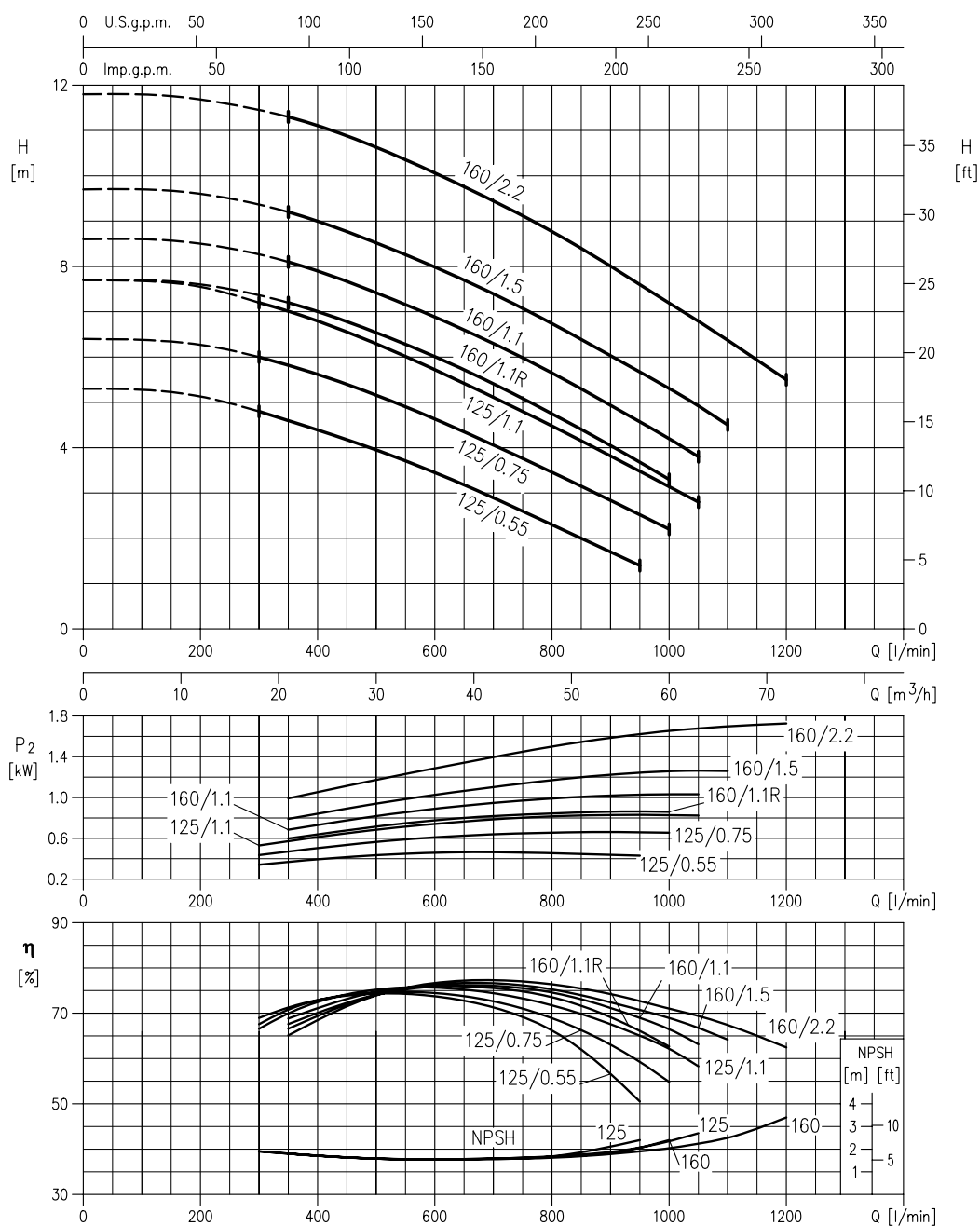




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 65 a 1.450 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)

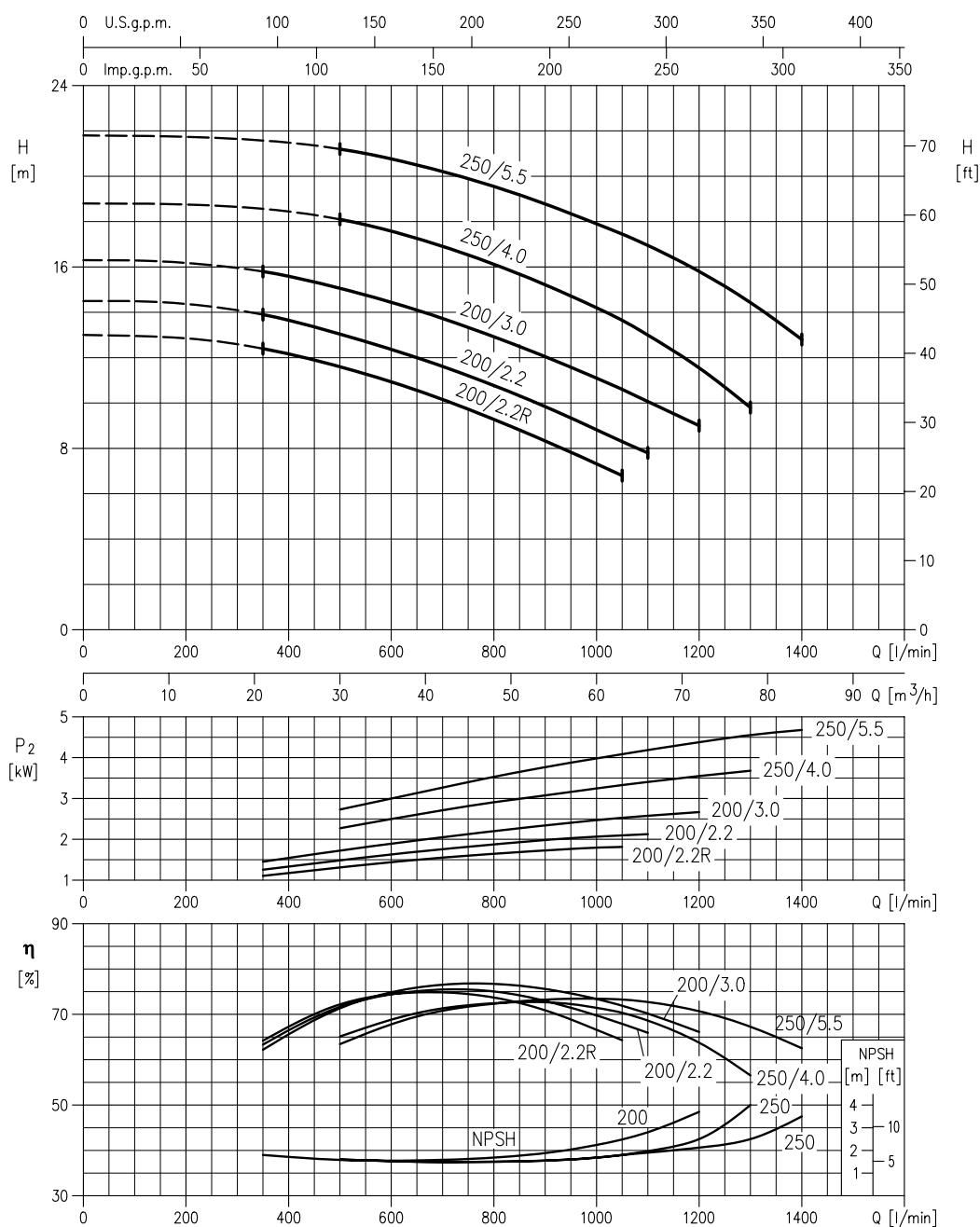




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3(L)M-3(L)S-3(L)P 65 a 1.450 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)

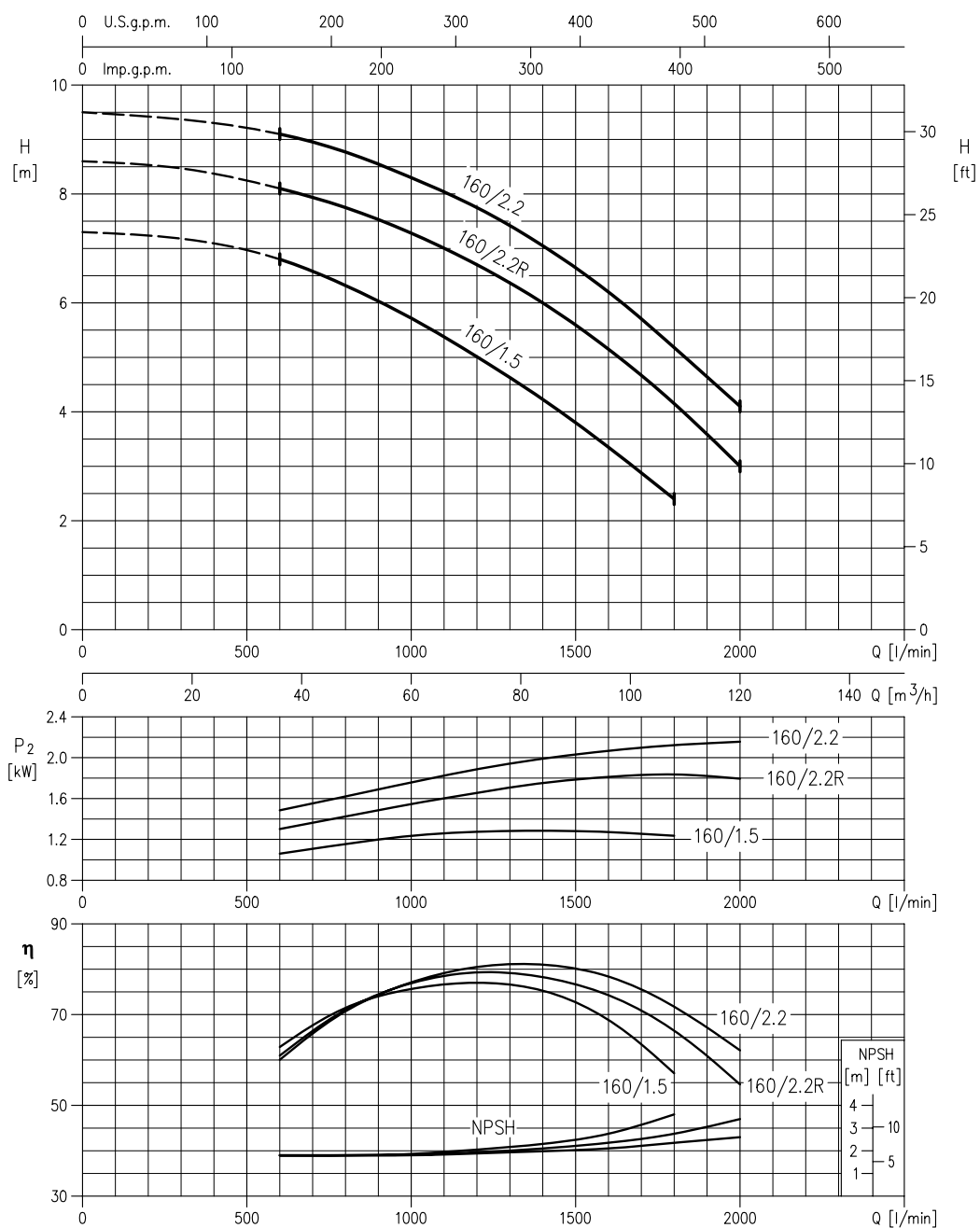




SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3LM - 3LS - 3LP 80 a 1.450 min^{-1} (según ISO 9906 / 2)



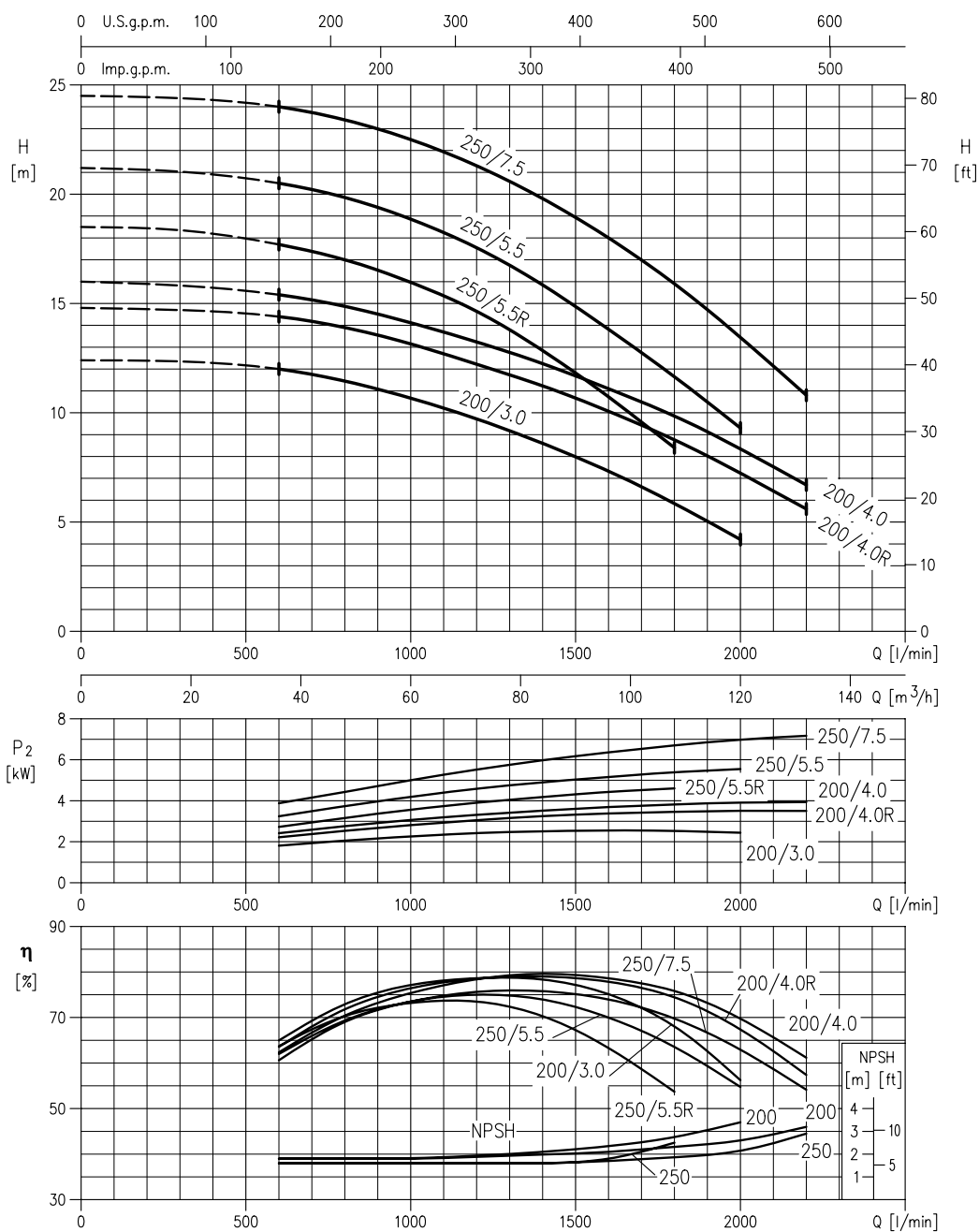


SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

CURVAS DE CARACTERÍSTICAS 3LM - 3LS - 3LP 80 a 1.450 min^{-1}

(según ISO 9906 / 2)





SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3M (3LM) hasta 11 kW

2 POLOS

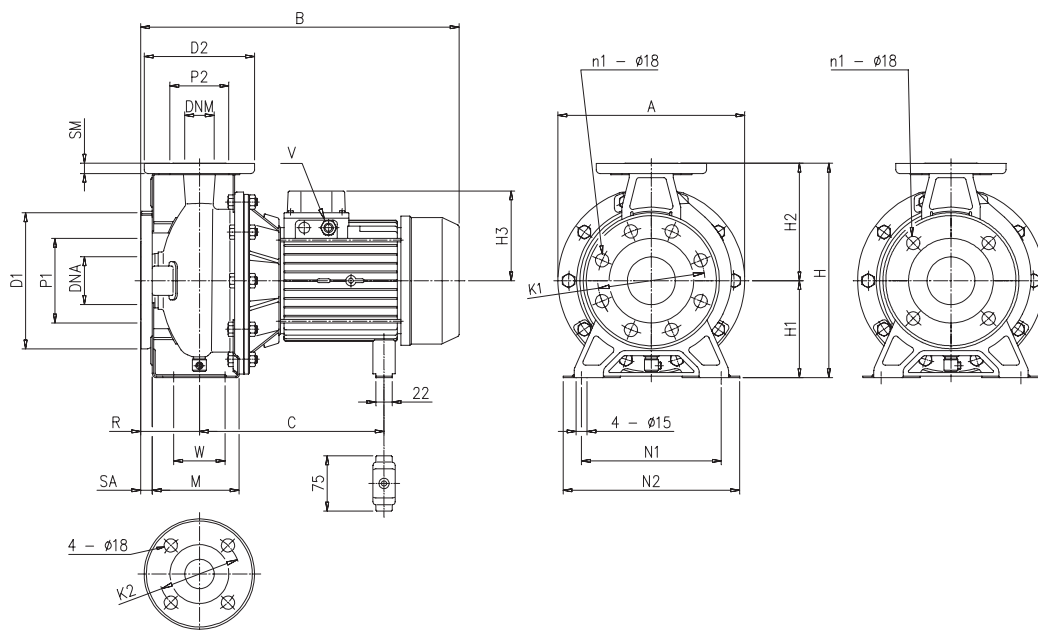


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																												Peso (kg)
	Ø DNA	Ø P1	n1 [1]	[2]	Ø K1	Ø D1	SA	Ø DNM	Ø P2	Ø K2	Ø D2	SM	H	H1	H2	H3 [3]	[4]	R	W	N1	M	N2	A	B	C	V [3]	[4]		
3M 32-125/1.1 (M)	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	252	112	140	122	139	80	70	140	114	190	213	408	231	PG 13,5	PG 13,5	19,6	
3M 32-160/1.5 (M)	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	292	132	160	122	139	80	70	190	118	240	254	408	231	PG 13,5	PG 13,5	22,5	
3M 32-160/2.2 (M)	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	292	132	160	122	139	80	70	190	118	240	254	408	231	PG 13,5	PG 13,5	24,6	
3M 32-200/3.0	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	340	160	180	122	-	80	70	190	119	240	296	433	256	PG 13,5	-	32,8	
3M 32-200/4.0	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	340	160	180	134	-	80	70	190	119	240	296	458	256	PG 16	-	39,5	
3M 32-200/5.5	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	340	160	180	153	-	80	70	190	119	240	296	477	276	PG 16	-	48,5	
3M 32-200/7.5	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	340	160	180	153	-	80	70	190	119	240	296	520	276	PG 16	-	57	
3M 40-125/1.5 (M)	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	252	112	140	122	139	80	70	160	114	210	213	408	231	PG 13,5	PG 13,5	20,1	
3M 40-125/2.2 (M)	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	252	112	140	122	139	80	70	160	114	210	213	408	231	PG 13,5	PG 13,5	22,7	
3M 40-160/3.0	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	292	132	160	122	-	80	70	190	118	240	254	433	255	PG 13,5	-	28	
3M 40-160/4.0	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	292	132	160	134	-	80	70	190	118	240	254	458	255	PG 16	-	35,1	
3M 40-160/5.5	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	340	160	180	153	-	100	70	212	139	265	296	497	278	PG 16	-	48,8	
3M 40-200/7.5	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	340	160	180	153	-	100	70	212	139	265	296	540	224	PG 16	-	56,2	
3M 40-200/11	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	340	160	180	181	-	100	70	212	139	265	296	577	224	PG 21	-	67,5	
3M 50-125/2.2 (M)	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	292	132	160	122	139	100	70	190	138	240	254	428	231	PG 13,5	PG 13,5	28,1	
3M 50-125/3.0	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	292	132	160	122	-	100	70	190	138	240	254	453	255	PG 13,5	-	28,6	
3M 50-125/4.0	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	292	132	160	134	-	100	70	190	138	240	254	478	255	PG 16	-	35,2	
3M 50-160/5.5	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	340	160	180	153	-	100	70	212	139	265	296	497	278	PG 16	-	49,1	
3M 50-160/7.5	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	340	160	180	153	-	100	70	212	139	265	296	540	224	PG 13	-	55,5	
3M 50-200/9.2	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	360	160	200	181	-	100	70	212	139	265	296	582	239	PG 21	-	61,7	
3M 50-200/11	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	360	160	200	181	-	100	70	212	139	265	296	582	239	PG 21	-	67,5	
3M 65-125/4	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	340	160	180	139	-	100	95	212	149,5	280	254	483	253	PG 16	-	40	
3M 65-125/5.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	340	160	180	150	-	100	95	212	149,5	280	254	496	275	PG 16	-	52	
3M 65-125/7.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	340	160	180	150	-	100	95	212	149,5	280	254	540	275	PG 16	-	58,5	
3m 65-160/7.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	360	160	200	150	-	100	95	212	149,5	280	296	540	275	PG 16	-	62	
3M 65-160/9.2	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	360	160	200	177,5	-	100	95	212	149,5	280	296	593	356	PG 21	-	67	
3M 65-160/11	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	360	160	200	177,5	-	100	95	212	149,5	280	296	593	356	PG 21	-	75,6	

- [1] Estándar
[2] Bajo pedido
[3] Sólo para trifásica
[4] Sólo para monofásica

SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3M (3LM) entre 15 y 22 kW

2 POLOS

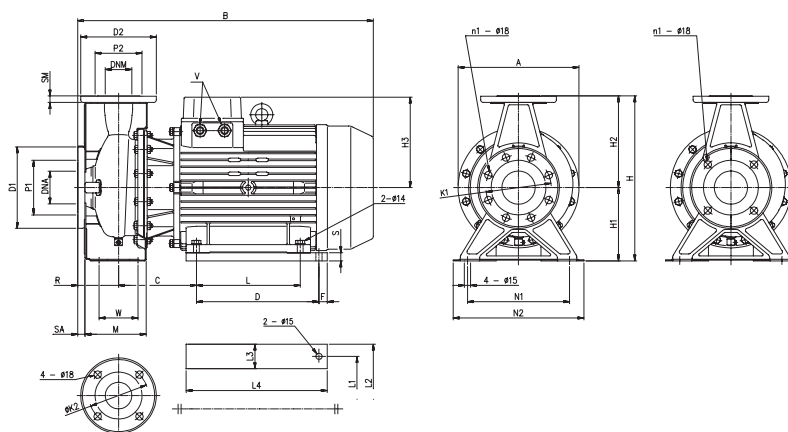


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																														Peso (kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	Ø	Ø	n1		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø</

3M (3LM)

2 POLOS

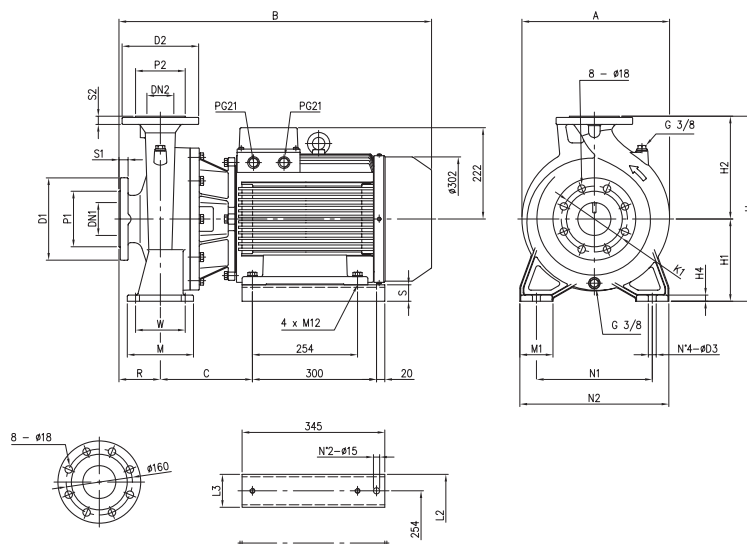


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																									Peso (kg)	
	DN1	P1	K1	D1	S1	DN2	P2	D2	S2	H	H1	H2	H4	R	W	N1	N2	M	M1	L2	L3	A	B	C	D		D3
3LM(.) 80-160/15	100	155	180	225	24	80	135	200	22	405	180	225	13	125	95	250	320	125	65	314	60	317	758	199,5	20	15	130
3LM(.) 80-160/18.5	100	155	180	225	24	80	135	200	22	405	180	225	13	125	95	250	320	125	65	314	60	317	758	199,5	20	15	143



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3M4 (3LM4) hasta tamaño 65

4 POLOS

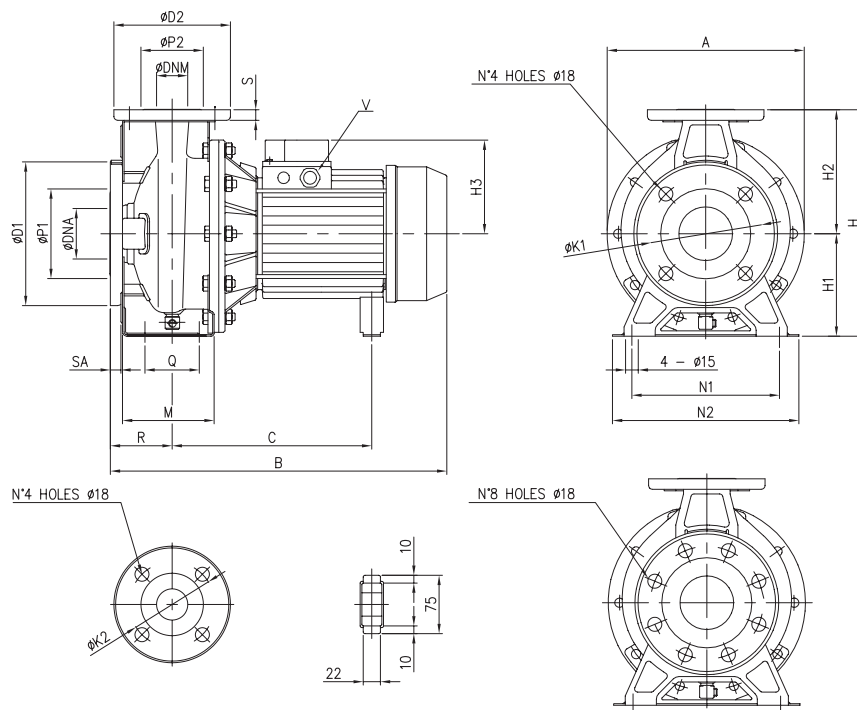


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																					N° taladros			Peso (kg)	
	A	B	C	H	H1	H2	H3	M	N1	N2	Q	R	V	S	ØD1	ØK1	ØP1	ØD2	ØK2	ØP2	SA	Ø	Ø	Estandar		Bajo pedido
																						DNA	DNM			
32-125/0.25	213	375	205	252	112	140	104	114	140	190	70	80	PG11	14	165	125	96	140	100	76	16	50	32	4	-	15
32-160/0.37R	254	395	222	292	132	160	117	118	190	240	70	80	PG11	14	165	125	96	140	100	76	16	50	32	4	-	20
32-160/0.37	254	395	222	292	132	160	117	118	190	240	70	80	PG11	14	165	125	96	140	100	76	16	50	32	4	-	20
32-200/0.55R	294	395	223	340	160	180	117	119	190	240	70	80	PG11	14	165	125	96	140	100	76	16	50	32	4	-	25
32-200/0.55	294	395	223	340	160	180	117	119	190	240	70	80	PG11	14	165	125	96	140	100	76	16	50	32	4	-	25
32-200/0.75	294	408	232	340	160	180	122	119	190	240	70	80	PG13.5	14	165	125	96	140	100	76	16	50	32	4	-	29,3
40-125/0.37R	213	375	205	252	112	140	104	114	160	210	70	80	PG11	14	185	145	116	150	110	81	16	65	40	4	-	15
40-125/0.37	213	375	205	252	112	140	104	114	160	210	70	80	PG11	14	185	145	116	150	110	81	16	65	40	4	-	15
40-160/0.55R	254	395	222	292	132	160	117	118	190	240	70	80	PG11	14	185	145	116	150	110	81	16	65	40	4	-	20
40-160/0.55	254	395	222	292	132	160	117	118	190	240	70	80	PG11	14	185	145	116	150	110	81	16	65	40	4	-	20
40-200/1.1R	294	428	232	340	160	180	122	139	212	265	70	100	PG13.5	14	185	145	116	150	110	81	16	65	40	4	-	30
40-200/1.1	294	428	232	340	160	180	122	139	212	265	70	100	PG13.5	14	185	145	116	150	110	81	16	65	40	4	-	30
40-200/1.5	294	428	232	340	160	180	122	139	212	265	70	100	PG13.5	14	185	145	116	150	110	81	16	65	40	4	-	32,2
50-125/0.55R	254	415	222	292	132	160	117	138	190	240	70	100	PG11	16	185	145	116	165	125	96	16	65	50	4	-	20
50-125/0.55	254	415	222	292	132	160	117	138	190	240	70	100	PG11	16	185	145	116	165	125	96	16	65	50	4	-	20
50-160/1.1R	296	428	232	340	160	180	122	139	212	265	70	100	PG13.5	16	185	145	116	165	125	96	16	65	50	4	-	30
50-160/1.1	296	428	232	340	160	180	122	139	212	265	70	100	PG13.5	16	185	145	116	165	125	96	16	65	50	4	-	30
50-200/1.5R	296	428	232	360	160	200	122	139	212	265	70	100	PG13.5	16	185	145	116	165	125	96	16	65	50	4	-	30
50-200/1.5	296	428	232	360	160	200	122	139	212	265	70	100	PG13.5	16	185	145	116	165	125	96	16	65	50	4	-	30
50-200/2.2	296	478	256	360	160	200	134	139	212	265	70	100	PG16	16	185	145	116	165	125	96	16	65	50	4	-	31,8
65-125/0.55	254	415	219	340	160	180	117	150	212	280	95	100	PG11	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	24,9
65-125/0.75	254	427	230	340	160	180	124	150	212	280	95	100	PG13.5	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	29,8
65-125/1.1	254	427	230	340	160	180	124	150	212	280	95	100	PG13.5	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	30,1
65-160/1.1	296	427	230	360	160	200	124	150	212	280	95	100	PG13.5	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	32,8
65-160/1.5	296	427	230	360	160	200	124	150	212	280	95	100	PG13.5	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	34,6
65-160/2.2	296	483	253	360	160	200	139	150	212	280	95	100	PG16	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	39,8
65-200/2.2R	296	483	253	405	180	225	139	150	250	320	95	100	PG16	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	46,5
65-200/2.2	296	483	253	405	180	225	139	150	250	320	95	100	PG16	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	46,7
65-200/3.0	296	483	253	405	180	225	139	150	250	320	95	100	PG16	16	200	160	134	185	145	115	18	80	65	8	4	51,3



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3M4 (3LM4) hasta tamaño 80

4 POLOS

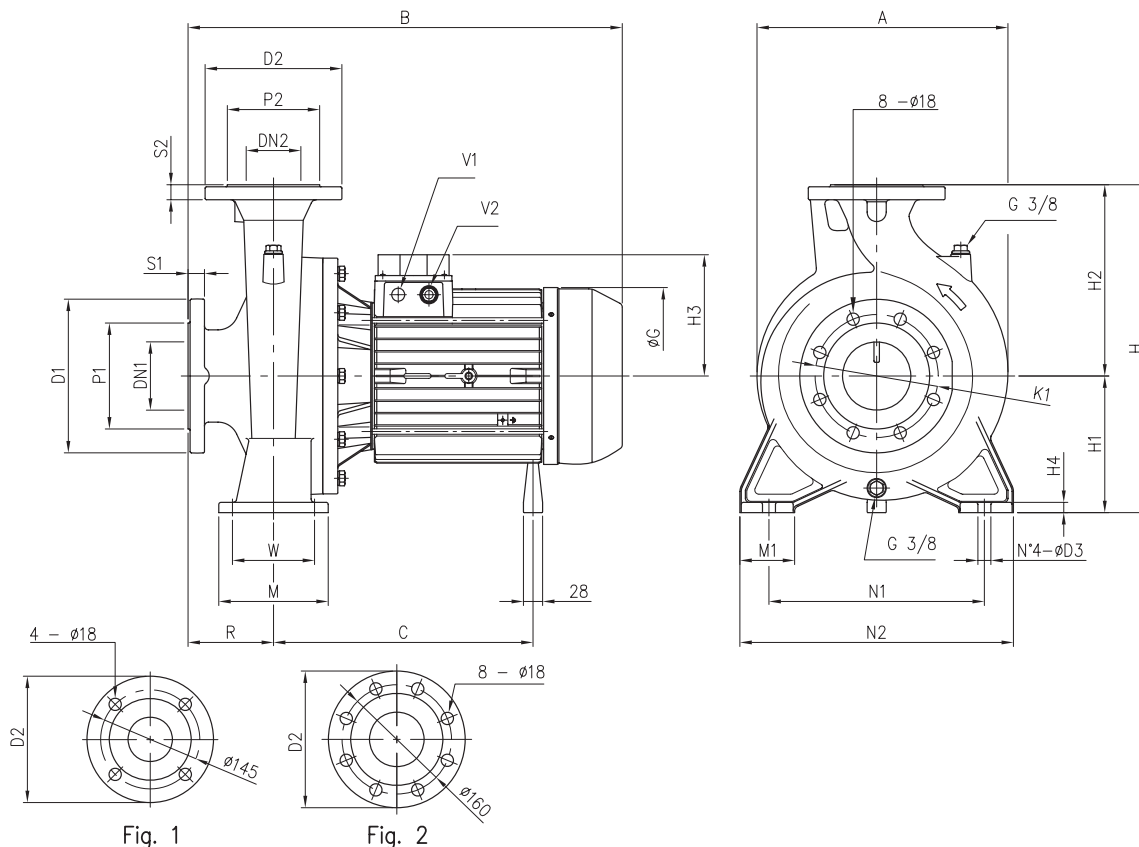


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																												Peso (kg)	
	DN1	P1	K1	D1	S1	DN2	Fig.	P2	D2	S2	H	H1	H2	H3	H4	R	W	N1	N2	M	M1	A	B	C	G	D3	D5	V1		V2
3LM4(.) 65-250/4	80	135	160	200	22	65	1	120	185	20	450	200	250	150	15	100	120	280	360	160	80	357	516	295	216	19	M10	PG13,5	PG16	82
3LM4(.) 65-250/5.5	80	135	160	200	22	65	1	120	185	20	450	200	250	178	15	100	120	280	360	160	80	357	610	380	255	19	M10	PG13,5	PG21	94,5
3LM4(.) 80-160/1.5	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	405	180	225	124	13	125	95	250	320	125	65	317	452	230	172	15	M8	-	PG13,5	55
3LM4(.) 80-160/2.2R	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	405	180	225	139	13	125	95	250	320	125	65	317	508	253	187	15	M10	-	PG16	60
3LM4(.) 80-160/2.2	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	405	180	225	139	13	125	95	250	320	125	65	317	508	253	187	15	M10	-	PG16	60,5
3LM4(.) 80-200/3	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	430	180	250	139	13	125	95	280	345	125	65	354	530	275	187	15	M10	-	PG16	76,5
3LM4(.) 80-200/4R	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	430	180	250	150	13	125	95	280	345	125	65	354	541	295	216	15	M10	PG13,5	PG16	85,5
3LM4(.) 80-200/4	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	430	180	250	150	13	125	95	280	345	125	65	354	541	295	216	15	M10	PG13,5	PG16	86
3LM4(.) 80-250/5.5R	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	480	200	280	178	15	125	120	315	400	160	80	367	635	380	255	19	M10	PG13,5	PG21	98,5
3LM4(.) 80-250/5.5	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	480	200	280	178	15	125	120	315	400	160	80	367	635	380	255	19	M10	PG13,5	PG21	99
3LM4(.) 80-250/5.5	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	480	200	280	178	15	125	120	315	400	160	80	367	635	380	255	19	M10	PG13,5	PG21	104,5

SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3S (3LS) hasta 2,2 kW

2 POLOS

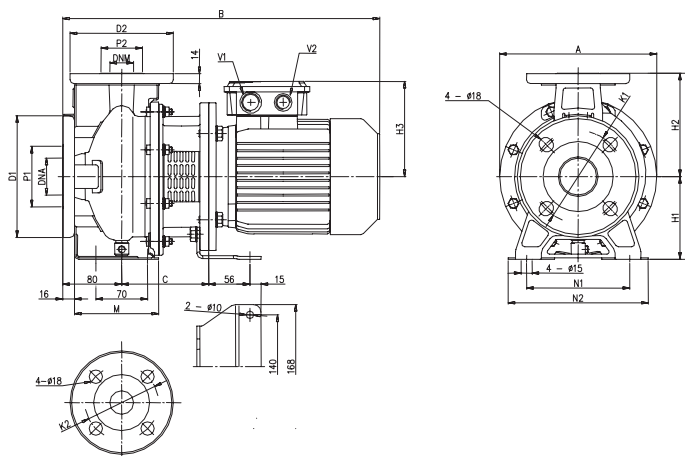


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																				Peso (kg)	
	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø				H3										
	DNA	P1	K1	D1	DNM	P2	K2	D2	H	H1	H2	[1]	[2]	N1	M	N2	A	B	C	V1		V2
3S 32-125/1.1 (M)	50	96	125	165	32	76	100	140	252	112	140	129	150	140	114	190	213	430	118	PG16	PG13,5	23,1
3S 32-160/1.5 (M)	50	96	125	165	32	76	100	140	292	132	160	138	160	190	118	240	254	477	130	PG16	pG13,5	28,5
3S 32-160/2.2 (M)	50	96	125	165	32	76	100	140	292	132	160	138	160	190	118	240	254	477	130	PG16	PG13,5	32,4
3S 40-125/2.2 (M)	65	116	145	185	40	81	110	150	252	112	140	138	160	160	114	210	213	477	130	PG16	PG13,5	26,5
3S 40-125/2.2 (M)	65	116	145	185	40	81	110	150	252	112	140	138	160	160	114	210	213	477	130	PG16	PG13,5	29,6
3S 50-125/2.2 (M)	65	116	145	185	50	95	125	165	292	132	160	138	160	190	138	240	254	497	130	PG16	PG13,5	32,5

[1] Sólo para trifásica.

[2] Sólo para monofásica.

3S (3LS) entre 3 y 4 kW

2 POLOS

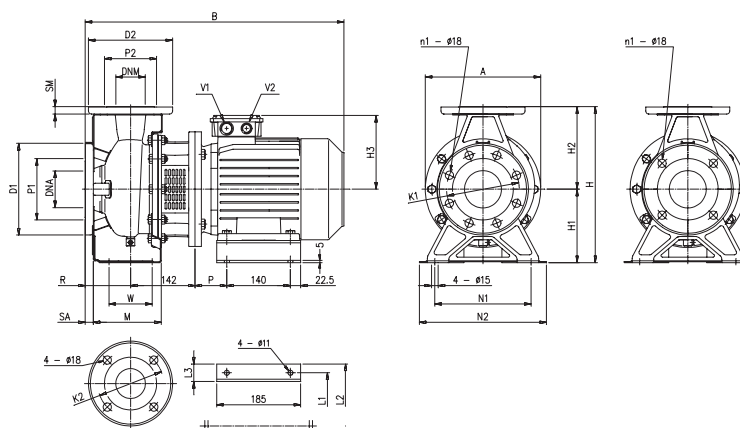


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																												Peso (kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	Ø	Ø	n1		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	

[1] Estándar.

[2] Bajo pedido.



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3S (3LS) entre 11 y 15 kW

2 POLOS

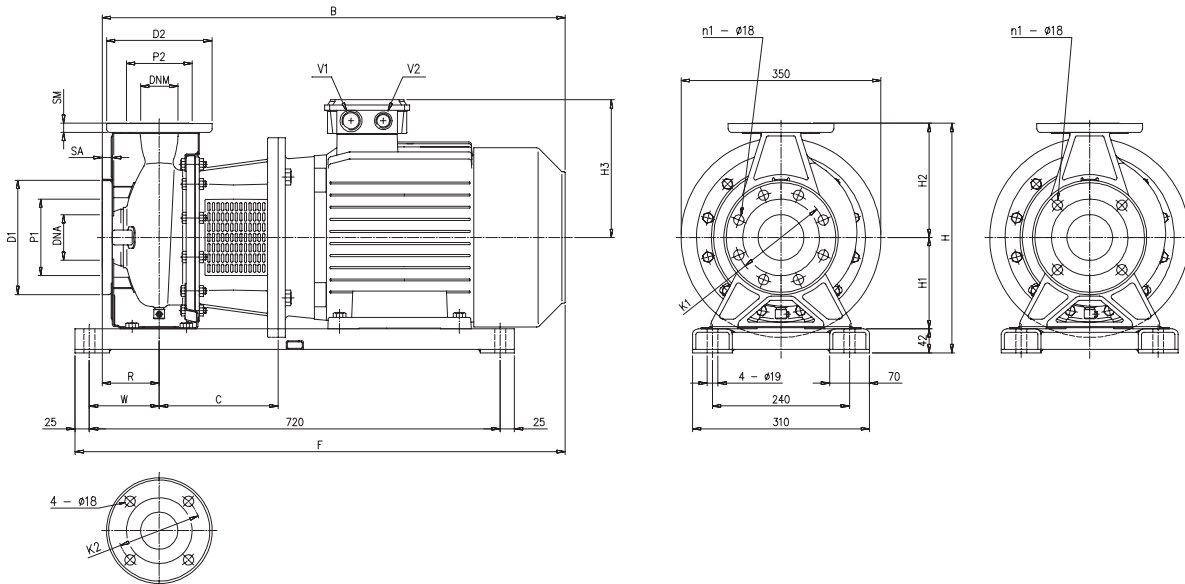


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																						Peso (kg)	
	ØNA	ØP1	n1		ØK1	ØD1	SA	ØDNM	ØP2	ØK2	ØD2	SM	H	H1	H2	H3	R	W	B	C	F	V1		V2
3S 40-200/11	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	382	160	180	250	100	110	801	198	836	PG 29	PG 29	107
3S 50-200/11	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	402	160	200	250	100	110	801	198	836	PG 29	PG 29	107
3S 50-200/15	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	402	160	200	250	100	110	801	198	836	PG 29	PG 29	131
3S 65-160/11	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	402	160	200	246	100	122,5	801	198	849	PG 29	PG 29	76
3S 65-160/15	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	402	160	200	246	100	122,5	811	208	859	PG 29	PG 29	104

[1] Estándar
[2] Bajo pedido



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3S (3LS) hasta tamaño 65

2 POLOS

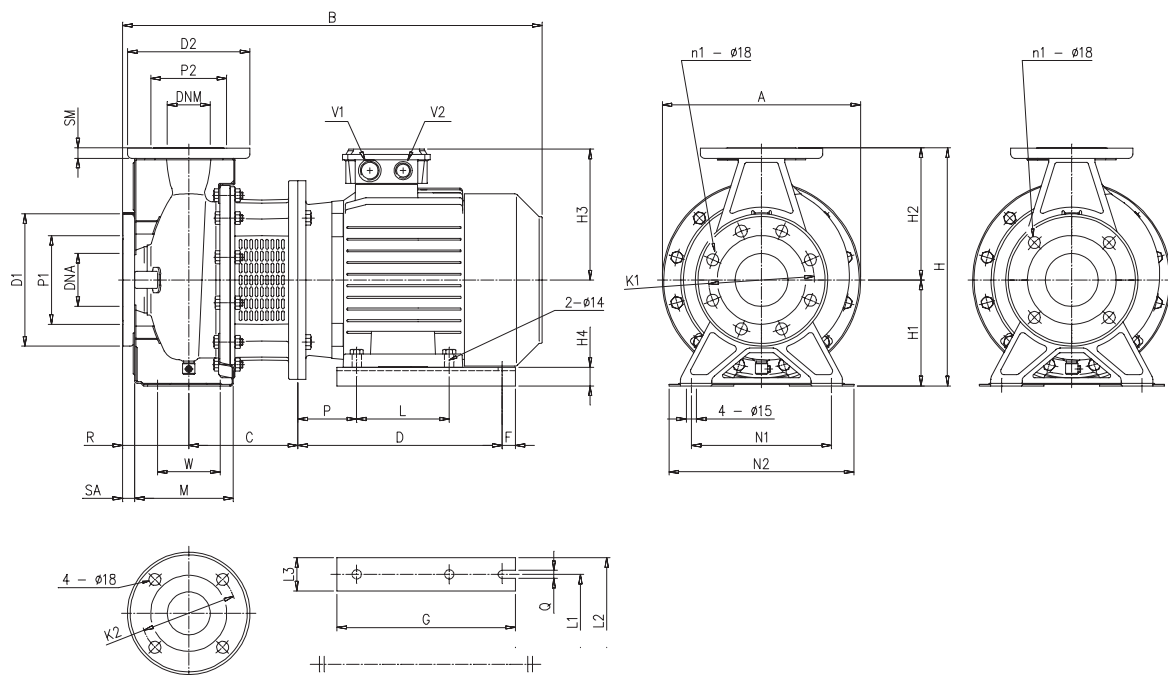


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																																Peso (kg)				
	Ø	Ø	n1		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	H	H1	H2	H3	H4	R	W	N1	M	N2	A	B	C	D	F	L	L1	L2	L3	G		Q	P	V	V2
	DNA	P1	[1]	[2]	K1	D1	SA	DNM	P2	K2	D2	SM																									
3S 32-200/5.5	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	340	160	180	205	28	80	70	190	119	240	300	615	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	62.8
3S 32-200/7.5	50	96	4	-	125	165	16	32	76	100	140	14	340	160	180	205	28	80	70	190	119	240	300	615	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	74.6
3S 40-160/3.0	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	292	132	160	145	32	80	70	190	118	240	254	528	142	246	15	-	160	200	40	220	12	-	PG16	PG13,5	39
3S 40-160/4.0	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	292	132	160	161	20	80	70	190	118	240	254	550	142	253	15	-	190	240	50	220	12	-	PG16	PG13,5	41,5
3S 40-200/5.5	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	340	160	180	205	28	100	70	212	139	265	300	635	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	63.2
3S 40-200/7.5	65	116	4	-	145	185	16	40	81	110	150	14	340	160	180	205	28	100	70	212	139	265	300	635	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	69.6
3S 50-125/3.0	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	292	132	160	145	32	100	70	190	138	240	254	548	142	246	15	-	160	200	40	220	12	-	PG16	PG13,5	42
3S 50-125/4.0	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	292	132	160	161	20	100	70	190	138	240	254	570	142	253	15	-	190	240	50	220	12	-	PG16	PG13,5	42.5
3S 50-160/5.5	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	340	160	180	205	28	100	70	212	139	265	300	635	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	63.8
3S 50-160/7.5	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	340	160	180	205	28	100	70	212	139	265	300	635	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	69.6
3S 50-200/9.2	65	116	4	-	145	185	16	50	96	125	165	16	360	160	200	205	28	100	70	212	139	265	300	673	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	79.7
3S 65-125/5.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	185	185	16	340	160	180	198	28	100	95	212	149,5	280	300	635	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	60
3S 65-125/7.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	185	185	16	340	160	180	198	28	100	95	212	149,5	280	300	635	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	67
3S 65-160/7.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	185	185	16	360	160	200	198	28	100	95	212	149,5	280	300	635	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	70
3S 65-160/9.2	80	134	8	4	160	200	18	65	115	185	185	16	360	160	200	198	28	100	95	212	149,5	280	300	673	165	314	15	-	216	266	50	270	12	-	PG21	PG21	77
3S 65-200/15	80	134	8	4	160	200	18	65	115	185	185	16	405	180	225	246	20	100	95	250	149,5	320	350	811	208	413	20	-	254	314	60	350	14	-	PG29	PG29	128
3S 65-200/18.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	185	185	16	405	180	225	246	20	100	95	250	149,5	320	350	855	208	413	20	-	254	314	60	350	14	-	PG29	PG29	141
3S 65-200/22	80	134	8	4	160	200	18	65	115	185	185	16	405	180	225	266	-	100	95	250	149,5	320	350	910	208	-	-	241	279	330	83	-	-	121	PG29	PG29	160

[1] Estándar

[2] Bajo pedido

SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3S (3LS) hasta tamaño 80

2 POLOS

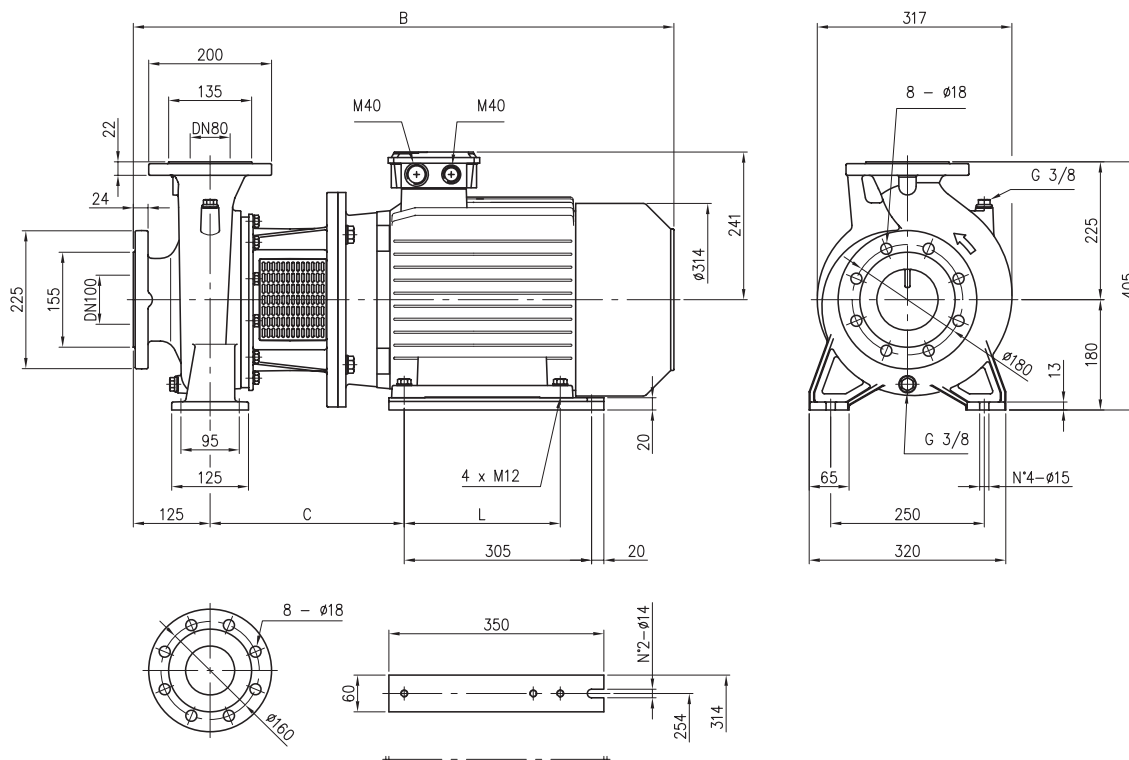


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
	L	B	C	
3LS(.) 80-160/11	210	826	306	135
3LS(.) 80-160/15R	210	836	316	147
3LS(.) 80-160/15	210	836	316	147
3LS(.) 80-160/18.5	254	880	316	155



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3S (3LS) hasta tamaño 80

2 POLOS

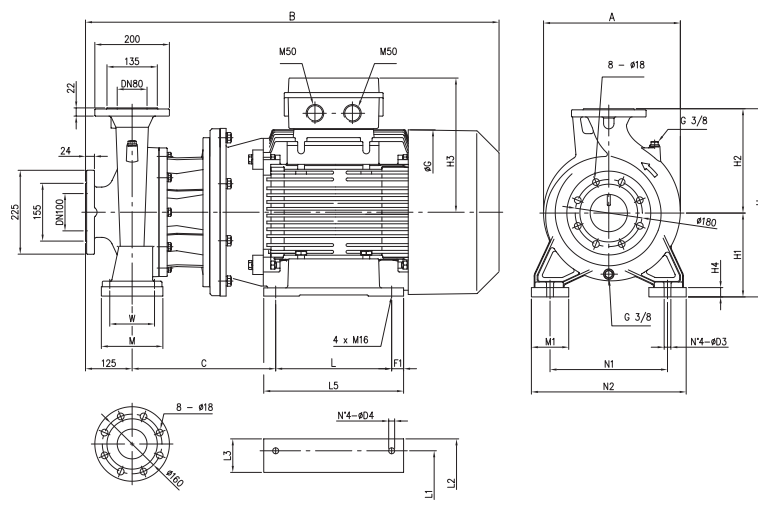


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																			Peso (kg)
	H	H1	H2	H3	H4	W	N1	N2	M	M1	L	L1	L2	L3	L5	A	B	C	F1	
3S 80-200/30	450	200	250	341	20	95	280	360	130	80	305	318	400	78	360	354	1002	341	27,5	306
3S 80-200/37	450	200	250	341	20	95	280	360	130	80	305	318	400	78	360	354	1002	341	27,5	325
3S 80-250/45	505	225	280	360	25	120	315	415	165	100	311	356	420	90	375	367	1109	385	32	401

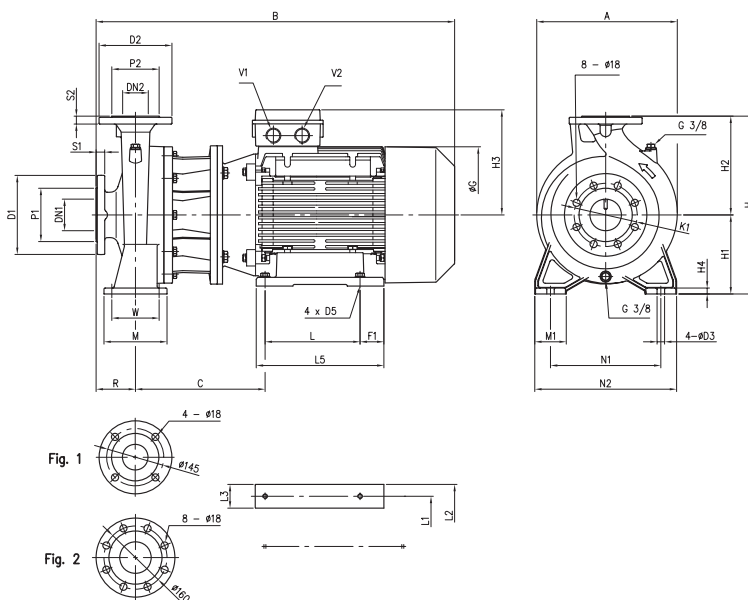


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																								Peso (kg)											
	DN1	P1	K1	D1	S1	DN2	Fig.	P2	D2	S2	H	H1	H2	H3	H4	R	W	N1	N2	M	M1	L	L1	L2		L3	L5	A	B	C	F1	G	D3	D5	V1	V2
3LS(.) 65-250/30	80	135	160	200	22	65	1	120	185	20	450	200	250	341	15	100	120	280	360	160	80	305	318	400	78	360	357	977	341	27,5	393	19	M16	M50	M50	303
3LS(.) 65-250/37	80	135	160	200	22	65	1	120	185	20	450	200	250	341	15	100	120	280	360	160	80	305	318	400	78	360	357	977	341	27,5	393	19	M16	M50	M50	320
3LS(.) 80-200/22	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	430	180	250	266	13	125	95	280	345	125	65	241	279	330	66	324	354	935	329	60,5	345	15	M12	M40	M40	200
3LS(.) 80-250/37	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	480	200	280	341	15	125	120	315	400	160	80	305	318	400	78	360	367	1030	369	27,5	393	19	M16	M50	M50	335



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3S4 (3LS4) hasta 1,5 kW

4 POLOS

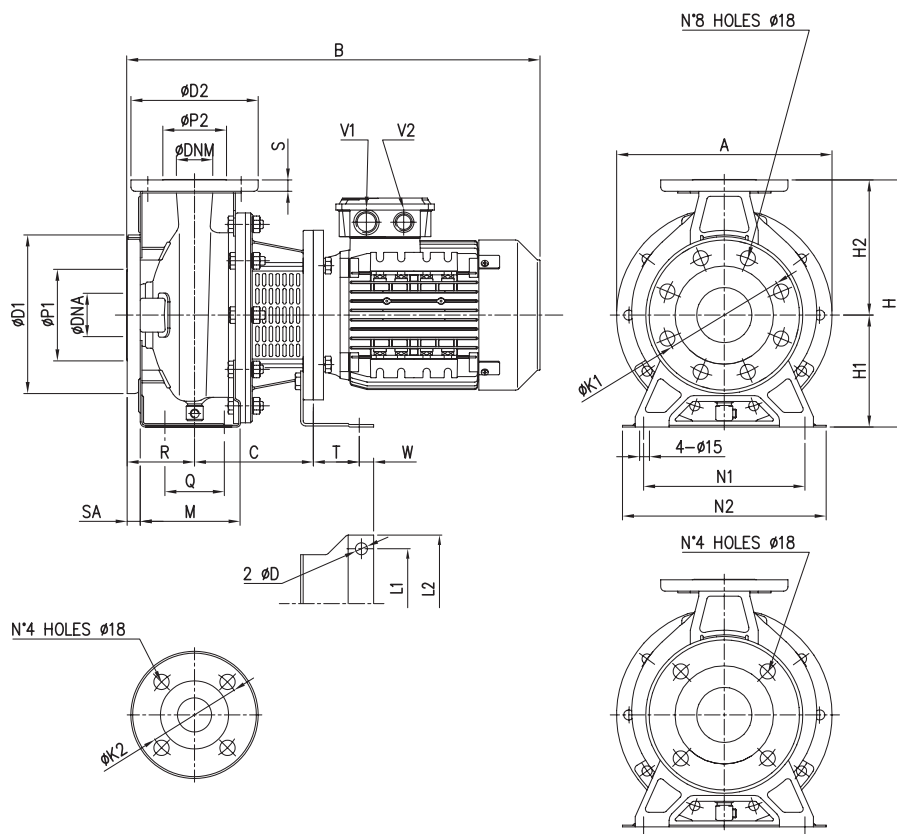


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																											Nº taladros		Peso (kg)	
	A	B	C	D	H	H1	H2	L1	L2	M	N1	N2	Q	R	S	T	W	Ø D1	Ø K1	Ø P1	Ø D2	Ø K2	Ø P2	SA	Ø DNA	Ø DNM	V1	V2	Estándar		Bajo pedido
32-125/0.25	213	401	108	8	252	112	140	112	140	114	140	190	70	80	14	45	15	165	125	96	140	100	76	16	50	32	PG11	PG13,5	4	-	15,5
32-160/0.37R	254	401	108	8	292	132	160	112	140	118	190	240	70	80	14	45	15	165	125	96	140	100	76	16	50	32	PG11	PG13,5	4	-	20,7
32-160/0.37	254	401	108	8	292	132	160	112	140	118	190	240	70	80	14	45	15	165	125	96	140	100	76	16	50	32	PG11	PG13,5	4	-	20,7
32-200/0.55R	296	435	118	10	340	160	180	140	168	119	190	240	70	80	14	56	15	165	125	96	140	100	76	16	50	32	PG13,5	PG16	4	-	28,9
32-200/0.55	296	435	118	10	340	160	180	140	168	119	190	240	70	80	14	56	15	165	125	96	140	100	76	16	50	32	PG13,5	PG16	4	-	28,9
32-200/0.75	296	435	118	10	340	160	180	140	168	119	190	240	70	80	14	56	15	165	125	96	140	100	76	16	50	32	PG13,5	PG16	4	-	30,1
40-125/0.37R	213	401	118	8	252	112	140	112	140	114	160	210	70	80	14	45	15	185	145	116	150	110	81	16	65	40	PG11	PG13,5	4	-	17,6
40-125/0.37	213	401	118	8	252	112	140	112	140	114	160	210	70	80	14	45	15	185	145	116	150	110	81	16	65	40	PG11	PG13,5	4	-	17,6
40-160/0.55R	254	435	118	10	292	132	160	140	168	118	190	240	70	80	14	56	15	185	145	116	150	110	81	16	65	40	PG13,5	PG16	4	-	23,2
40-160/0.55	254	435	118	10	292	132	160	140	168	118	190	240	70	80	14	56	15	185	145	116	150	110	81	16	65	40	PG13,5	PG16	4	-	23,2
40-200/1.1R	294	487	130	10	340	160	180	140	168	139	212	265	70	100	14	56	15	185	145	116	150	110	81	16	65	40	PG13,5	PG16	4	-	33,3
40-200/1.1	294	487	130	10	340	160	180	140	168	139	212	265	70	100	14	56	15	185	145	116	150	110	81	16	65	40	PG13,5	PG16	4	-	33,3
40-200/1.5	294	512	130	10	340	160	180	140	168	139	212	265	70	100	14	56	15	185	145	116	150	110	81	16	65	40	PG13,5	PG16	4	-	35,5
50-125/0.55R	254	452	118	10	292	132	160	140	168	138	190	240	70	100	16	56	15	185	145	116	165	125	96	16	65	50	PG13,5	PG16	4	-	23,5
50-125/0.55	254	452	118	10	292	132	160	140	168	138	190	240	70	100	16	56	15	185	145	116	165	125	96	16	65	50	PG13,5	PG16	4	-	23,5
50-160/1.1R	296	487	130	10	340	160	180	140	168	139	212	265	70	100	16	56	15	185	145	116	165	125	96	16	65	50	PG13,5	PG16	4	-	34,0
50-160/1.1	296	487	130	10	340	160	180	140	168	139	212	265	70	100	16	56	15	185	145	116	165	125	96	16	65	50	PG13,5	PG16	4	-	34,0
50-200/1.5R	296	512	130	10	360	160	200	140	168	139	212	265	70	100	16	56	15	185	145	116	165	125	96	16	65	50	PG13,5	PG16	4	-	30,0
50-200/1.5	296	512	130	10	360	160	200	140	168	139	212	265	70	100	16	56	15	185	145	116	165	125	96	16	65	50	PG13,5	PG16	4	-	30,0
65-125/0.55	254	450	118	10	340	160	180	140	168	150	212	280	90	100	16	56	15	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	30,8
65-125/0.75	254	450	118	1	340	160	180	140	168	150	212	280	90	100	16	56	15	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	32
65-125/1.1	254	497	130	10	340	160	180	140	168	150	212	280	90	100	16	56	15	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	36
65-160/1.1	296	497	130	10	360	160	200	140	168	150	212	280	90	100	16	56	15	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	40,1
65-160/1.5	296	497	130	10	360	160	200	140	168	150	212	280	90	100	16	56	15	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	41,2



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR
3S4 (3LS4) entre 2,2 y 3 kW 4 POLOS

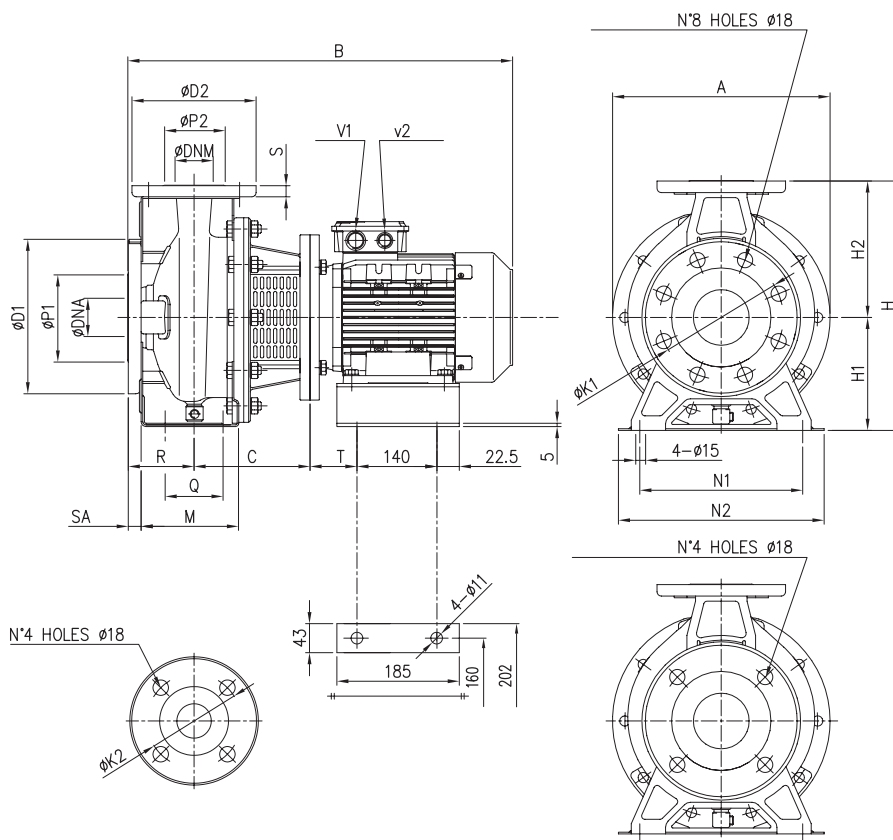


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																						N° taladros		Peso (kg)		
																							Estandar	Bajo pedido			
	A	B	C	H	H1	H2	M	N1	N2	Q	R	S	T	Ø D1	Ø K1	Ø P1	Ø D2	Ø K2	Ø P2	SA	Ø DNA	Ø DNM	V1	V2			
50-200/2.2	296	555	142	360	160	200	115	212	265	70	100	16	70	185	145	116	165	125	96	16	65	50	PG16	PG13,5	4	-	63,7
65-160/2.2	296	548	142	360	160	200	145	212	280	95	100	16	63	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	51,7
65-200/2.2R	296	548	142	405	180	225	145	250	320	95	100	16	63	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	52,8
65-200/2.2	296	548	142	405	180	225	145	250	320	95	100	16	63	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	53
65-200/3.0	296	548	142	405	180	225	145	250	320	95	100	16	63	200	160	134	185	145	115	18	80	65	PG16	PG13,5	8	4	56,2

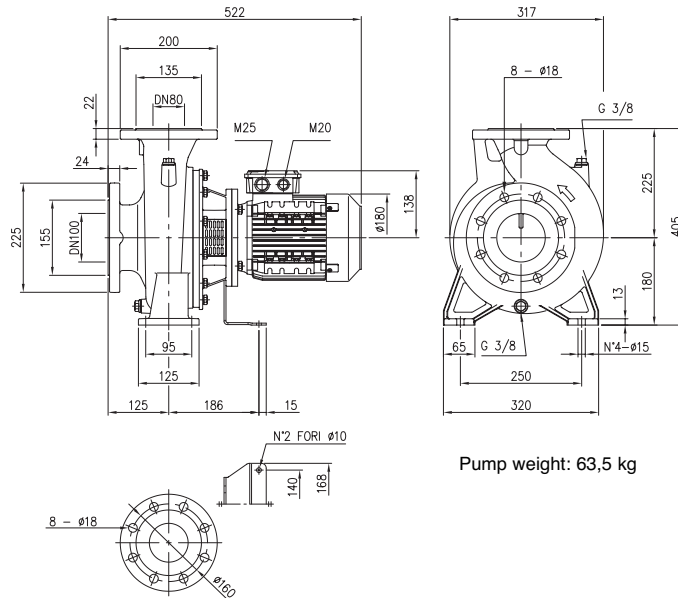


SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3LS4 80-160/1,5

4 POLOS



3S4 (3LS4) hasta tamaño 80

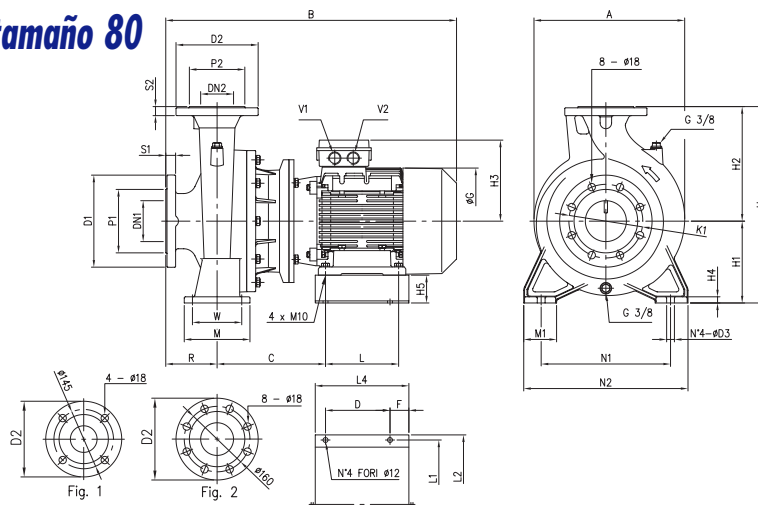


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																														Peso (kg)					
	DN1	P1	K1	D1	S1	DN2	Fig.	P2	D2	S2	H	H1	H2	H3	H4	H5	R	W	N1	N2	M	M1	L	L1	L2	L4	A	B	C	D		F	G	D3	V1	V2
3LS4(.) 65-250/4	80	135	160	200	22	65	1	120	185	20	450	200	250	161	15	88	100	120	280	360	160	80	140	265	290	187	357	580	215	147	20	220	19	M25	M20	86
3LS4(.) 65-250/5.5	80	135	160	200	22	65	1	120	185	20	450	200	250	198	15	68	100	120	280	360	160	80	140	315	340	228	357	645	264	157	46	260	19	M32	M32	99,5
3LS4(.) 80-160/2.2R	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	405	180	225	145	13	80	125	95	250	320	125	65	140	250	275	190	317	573	205	140	25	196	15	M25	M20	69,5
3LS4(.) 80-200/2.2	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	405	180	225	145	13	80	125	95	250	320	125	65	140	250	275	190	317	573	205	140	25	196	15	M25	M20	70
3LS4(.) 80-200/3	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	430	180	250	145	13	80	125	95	280	345	125	65	140	250	275	190	354	583	215	140	25	196	15	M25	M20	81,5
3LS4(.) 80-200/4R	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	430	180	250	161	13	68	125	95	280	345	125	65	140	315	340	228	354	605	198	157	46	220	15	M24	M20	89,5
3LS4(.) 80-200/4	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	430	180	250	161	13	68	125	95	280	345	125	65	140	315	340	228	354	605	198	157	46	220	15	M25	M20	90
3LS4(.) 80-250/5.5R	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	480	200	280	198	15	68	125	120	315	400	160	80	140	315	340	228	367	670	264	157	46	260	19	M32	M32	104
3LS4(.) 80-250/5.5	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	480	200	280	198	15	68	125	120	315	400	160	80	140	315	340	228	367	670	264	157	46	260	19	M32	M32	104,5
3LS4(.) 80-250/7.5	100	155	180	225	24	80	2	135	200	22	480	200	280	198	15	68	125	120	315	400	160	80	178	315	340	228	367	708	264	157	46	260	19	M32	M32	109,5



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3P (3LP) hasta tamaño 65

2 POLOS

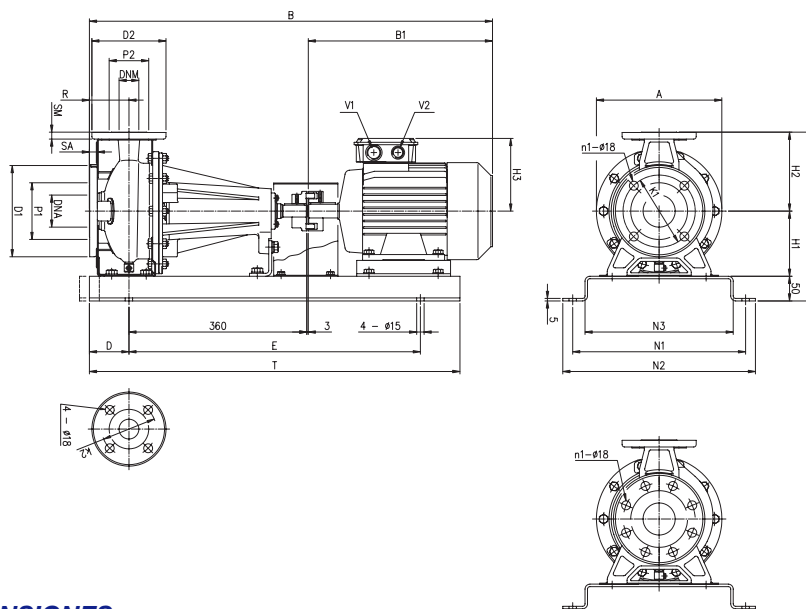


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																										Peso			
	Ø	Ø	n1		Ø	Ø	Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	H3																(kg)	
	DNA	P1	[1]	[2]	K1	D1	SA	DNM	P2	K2	D2	SM	H	H1	H2	[3]	[4]	R	A	B	B1	D	E	N1	N2	N3	T	V1		V2
3P 32-125/1.1 (M)	50	95	4	-	125	165	16	32	75	100	140	14	302	112	140	129	150	80	213	715	272	80	550	300	340	250	710	PG16	PG13,5	43,5
3P 32-160/1.5 (M)	50	95	4	-	125	165	16	32	75	100	140	14	342	132	160	138	160	80	254	760	317	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	51
3P 32-160/2.2 (M)	50	95	4	-	125	165	16	32	75	100	140	14	342	132	160	138	160	80	254	760	317	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	53,5
3P 32-200/3	50	95	4	-	125	165	16	32	75	100	140	14	390	160	180	145	-	80	296	809	366	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	68
3P 32-200/4	50	95	4	-	125	165	16	32	75	100	140	14	390	160	180	161	-	80	296	831	388	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	72
3P 32-200/5.5	50	95	4	-	125	165	16	32	75	100	140	14	390	160	180	198	-	80	296	893	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	88
3P 32-200/7.5	50	95	4	-	125	165	16	32	75	100	140	14	390	160	180	198	-	80	296	893	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	99,8
3P 40-125/1.5 (M)	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	302	112	140	138	160	80	213	760	317	80	550	300	340	250	710	PG16	PG13,5	48,5
3P 40-125/2.2 (M)	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	302	112	140	138	160	80	213	760	317	80	550	300	340	250	710	PG16	PG13,5	51
3P 40-160/3	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	342	132	160	145	-	80	254	809	366	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	77,5
3P 40-160/4	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	342	132	160	161	-	80	254	831	388	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	64,5
3P 40-200/5.5	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	390	160	180	198	-	100	296	913	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	89
3P 40-200/7.5	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	390	160	180	198	-	100	296	913	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	94,5
3P 40-200/11	65	115	4	-	145	185	16	40	80	110	150	14	390	160	180	246	-	100	296	1076	613	100	800	380	420	330	1000	PG29	PG29	117
3P 50-125/2.2 (M)	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	342	132	160	138	160	100	254	780	317	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	75
3P 50-125/3	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	342	132	160	145	-	100	254	829	366	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	79
3P 50-125/4	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	342	132	160	161	-	100	254	851	388	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	81,5
3P 50-160/5.5	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	390	160	180	198	-	100	296	913	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	89
3P 50-160/7.5	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	390	160	180	198	-	100	296	913	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	94,5
3P 50-200/9.2	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	410	160	200	198	-	100	296	951	488	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	100
3P 50-200/11	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	410	160	200	246	-	100	296	1076	613	100	800	380	420	330	1000	PG29	PG29	117,5
3P 50-200/15	65	115	4	-	145	185	16	50	95	125	165	16	410	160	200	246	-	100	296	1076	613	100	800	380	420	330	1000	PG29	PG29	125,4
3P 65-125/4	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	390	160	180	161	-	100	254	851	388	80	590	350	390	300	750	PG16	PG13,5	82
3P 65-125/5.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	390	160	180	198	-	100	254	913	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	90
3P 65-125/7.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	390	160	180	198	-	100	254	913	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	97
3P 65-160/7.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	410	160	200	198	-	100	296	913	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	103
3P 65-160/9.2	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	410	160	200	198	-	100	296	951	450	100	650	350	390	300	850	PG21	PG21	107
3P 65-160/11	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	410	160	200	246	-	100	296	1076	613	100	800	380	420	330	1000	PG29	PG29	114
3P 65-160/15	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	410	160	200	246	-	100	296	1076	613	100	800	380	420	330	1000	PG29	PG29	119
3P 65-200/15	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	455	180	225	246	-	100	296	1076	613	100	800	380	420	330	1000	PG29	PG29	127
3P 65-200/18.5	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	455	180	225	246	-	100	296	1120	657	100	800	380	420	330	1000	PG29	PG29	139
3P 65-200/22	80	134	8	4	160	200	18	65	115	145	185	16	455	180	225	266	-	100	296	1175	712	100	800	410	450	360	1000	PG29	PG29	182

[1] Estándar
[2] Bajo pedido
[3] Sólo para trifásica
[4] Sólo para monofásica



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3P (3LP) desde 65 a 80

2 POLOS

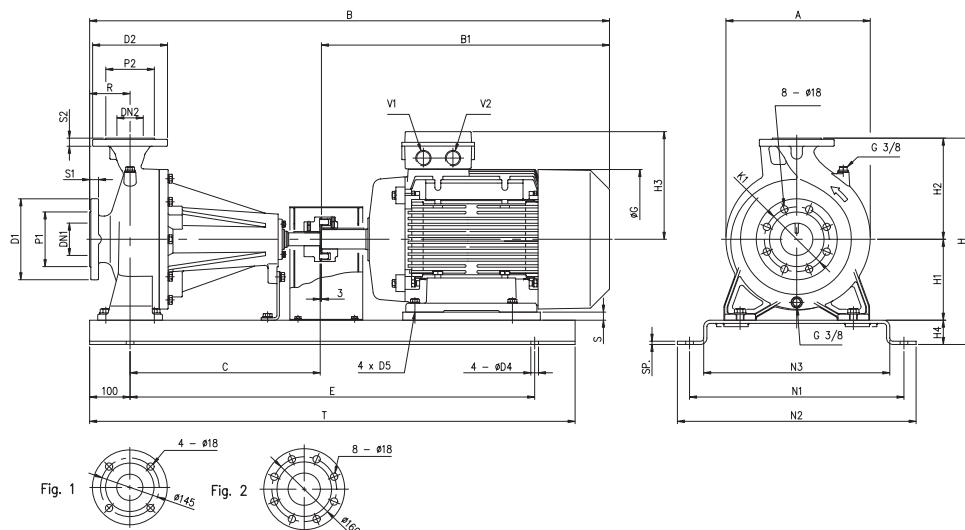


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																												Peso (kg)			
	DN1	P1	D1	S1	DN2	Fig.	P2	D2	S2	H	H1	H2	H3	H4	R	N1	N2	N3	A	B	B1	C	G	E	T	S	D4	D5		Sp.	V1	V2
3LP(.) 65-250/30	80	135	200	22	65	1	120	185	20	510	200	250	341	60	100	530	590	460	357	1352	779	470	405	1000	1200	-	19	M16	8	M50	M50	354
3LP(.) 65-250/37	80	135	200	22	65	1	120	185	20	510	200	250	341	60	100	530	590	460	357	1352	779	470	405	1000	1200	-	19	M16	8	M50	M50	373
3LP(.) 80-160/11	100	155	225	24	80	2	135	200	22	455	180	225	246	50	125	380	420	330	317	1101	613	360	335	800	1000	20	15	M12	5	M40	M40	164
3LP(.) 80-160/15R	100	155	225	24	80	2	135	200	22	455	180	225	246	50	125	380	420	330	317	1101	613	360	335	800	1000	20	15	M12	5	M40	M40	176
3LP(.) 80-160/15	100	155	225	24	80	2	135	200	22	455	180	225	246	50	125	380	420	330	317	1101	613	360	335	800	1000	20	15	M12	5	M40	M40	176
3LP(.) 80-160/18.5	100	155	225	24	80	2	135	200	22	455	180	255	246	50	125	380	420	330	317	1145	657	360	335	800	1000	20	15	M12	5	M40	M40	185
3LP(.) 80-200/22	100	155	225	24	80	2	135	200	22	490	180	250	266	60	125	530	590	460	354	1310	712	470	366	1000	1200	-	19	M12	8	M40	M40	252
3LP(.) 80-250/37	100	155	225	24	80	2	135	200	22	540	200	280	341	60	125	530	590	460	367	1377	779	470	405	1000	1200	-	19	M16	8	M50	M50	377

3P (3LP)

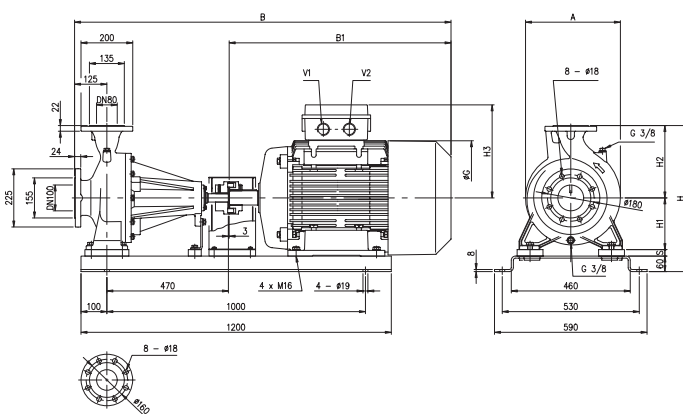


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)											Peso (kg)
	H	H1	H2	H3	A	B	B1	G	S	V1	V2	
3P 80-220/30	510	180	250	341	357	1377	779	405	20	M50	M50	356
3P 80-200/37	510	180	250	341	357	1377	779	405	20	M50	M50	365
3P 80-250/45	565	200	280	360	367	1456	858	463	25	M50	M50	440



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3P4 (3LP4) hasta tamaño 65

4 POLOS

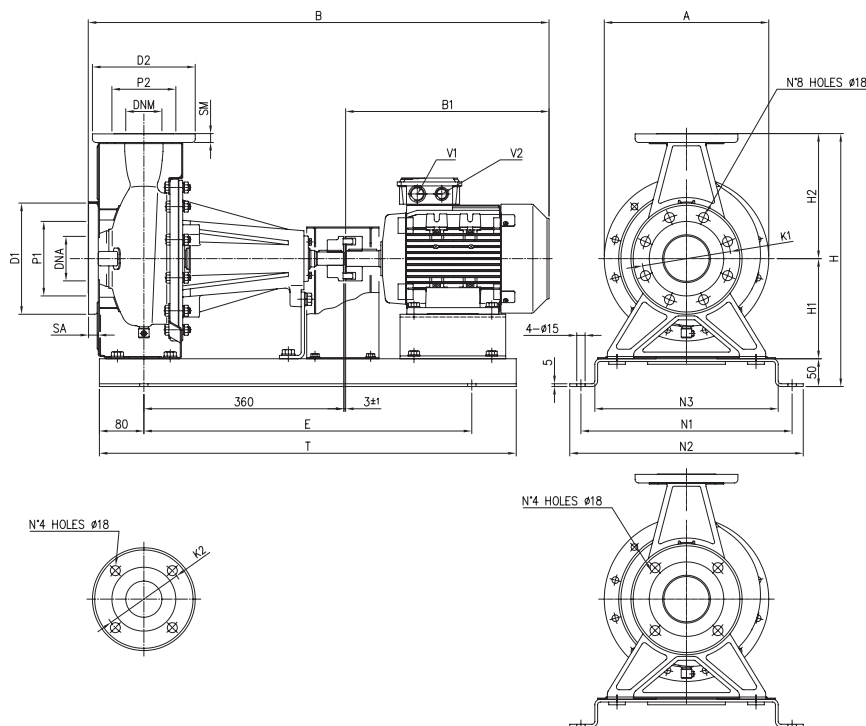


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																							N° taladros		Peso (kg)
	A	B	E	H	H1	H2	N1	N2	N3	B1	T	SA	SM	V1	V2	Ø D1	Ø K1	Ø P1	Ø D2	Ø K2	Ø P2	Ø DNA	Ø DNM	Estándar	Bajo pedido	
32-125/0.25	213	683	550	302	112	140	300	340	250	240	710	16	14	PG11	PG13,5	165	125	95	140	100	75	50	32	4	-	37,0
32-160/0.37R	254	683	510	342	132	160	350	390	300	240	670	16	14	PG11	PG13,5	165	125	95	140	100	75	50	32	4	-	41,0
32-160/0.37	254	683	510	342	132	160	350	390	300	240	670	16	14	PG11	PG13,5	165	125	95	140	100	75	50	32	4	-	41,0
32-200/0.55R	296	717	510	390	160	180	350	390	300	274	670	16	14	PG13,5	PG16	165	125	95	140	100	75	50	32	4	-	53,5
32-200/0.55	296	717	510	390	160	180	350	390	300	274	670	16	14	PG13,5	PG16	165	125	95	140	100	75	50	32	4	-	53,5
32-200/0.75	296	717	510	390	160	180	350	390	300	274	670	16	14	PG13,5	PG16	165	125	95	140	100	75	50	32	4	-	54,5
40-125/0.37R	213	683	550	302	112	140	300	340	250	240	710	16	14	PG11	PG13,5	185	145	115	150	110	80	65	40	4	-	46,5
40-125/0.37	213	683	550	302	112	140	300	340	250	240	710	16	14	PG11	PG13,5	185	145	115	150	110	80	65	40	4	-	46,5
40-160/0.55R	254	717	510	342	132	160	350	390	300	274	670	16	14	PG13,5	PG16	185	145	115	150	110	80	65	40	4	-	44,5
40-160/0.55	254	717	510	342	132	160	350	390	300	274	670	16	14	PG13,5	PG16	185	145	115	150	110	80	65	40	4	-	44,5
40-200/1.1R	296	795	590	390	160	180	350	390	300	332	750	16	14	PG13,5	PG16	185	145	115	150	110	80	65	40	4	-	61,5
40-200/1.1	296	795	590	390	160	180	350	390	300	332	750	16	14	PG13,5	PG16	185	145	115	150	110	80	65	40	4	-	61,5
40-200/1.5	296	795	590	390	160	180	350	390	300	332	750	16	14	PG13,5	PG16	185	145	115	150	110	80	65	40	4	-	64,0
50-125/0.55R	254	737	510	342	132	160	350	390	300	274	670	16	16	PG13,5	PG16	185	145	115	165	125	95	65	50	4	-	45,0
50-125/0.55	254	737	510	342	132	160	350	390	300	274	670	16	16	PG13,5	PG16	185	145	115	165	125	95	65	50	4	-	45,0
50-160/1.1R	296	795	590	390	160	180	350	390	300	332	750	16	16	PG13,5	PG16	185	145	115	165	125	95	65	50	4	-	52,5
50-160/1.1	296	795	590	390	160	180	350	390	300	332	750	16	16	PG13,5	PG16	185	145	115	165	125	95	65	50	4	-	52,5
50-200/1.5R	296	795	590	410	160	200	350	390	300	332	750	16	16	PG13,5	PG16	185	145	115	165	125	95	65	50	4	-	64,0
50-200/1.5	296	795	590	410	160	200	350	390	300	332	750	16	16	PG13,5	PG16	185	145	115	165	125	95	65	50	4	-	64,0
50-200/2.2	296	863	590	410	160	200	350	390	300	400	750	16	16	PG13,5	PG16	185	145	115	165	125	95	65	50	4	-	70
65-125/0.55	254	735	510	390	160	180	350	390	300	272	670	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	48,6
65-125/0.75	254	735	510	390	160	180	350	390	300	272	670	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	49,8
65-125/1.1	254	780	590	390	160	180	350	390	300	317	750	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	56,1
65-160/1.1	296	780	590	410	160	200	350	390	300	317	750	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	62,6
65-160/1.5	296	780	590	410	160	200	350	390	300	317	750	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	63,7
65-160/2.2	296	829	590	410	160	200	350	390	300	366	750	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	71,5
65-200/2.2R	296	829	590	455	180	225	380	420	330	366	750	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	74,1
65-200/2.2	296	829	590	455	180	225	380	420	330	366	750	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	74,2
65-200/3.0	296	829	590	455	180	225	380	420	330	366	750	18	16	PG16	PG13,5	200	160	134	185	145	115	80	80	8	4	77,5



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3P4 (3LP4) hasta tamaño 80

4 POLOS

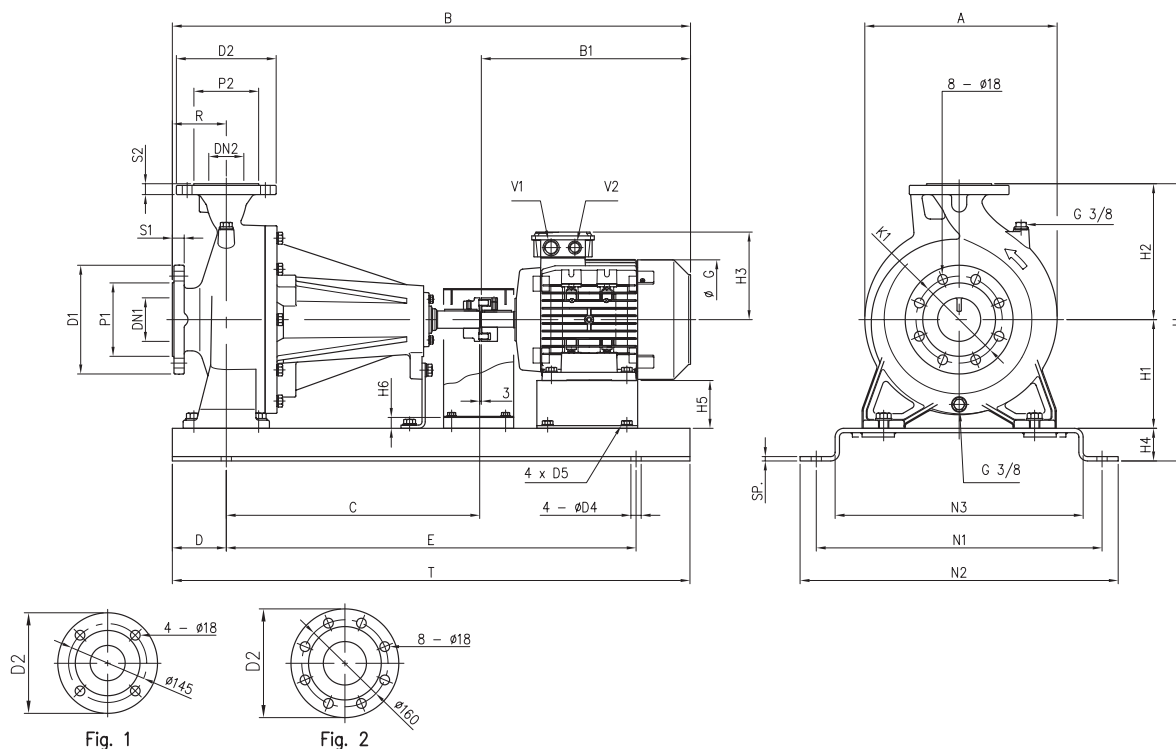


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																														Peso (kg)			
	DN1	P1	D1	S1	DN2	Fig.	P2	D2	S2	H	H1	H2	H3	H4	H5	H6	R	N1	N2	N3	A	B	B1	C	D	G	E	T	D4	D5		Sp.	V1	V2
3LP4(.) 65-250/4	80	135	200	22	65	1	120	185	20	510	200	250	161	60	88	20	100	510	570	440	357	961	388	470	100	225	760	960	19	M10	8	M25	M20	113,5
3LP4(.) 65-250/5.5	80	135	200	22	65	1	120	185	20	510	200	250	198	60	68	-	100	510	570	440	357	1023	450	470	100	270	760	960	19	M10	8	M32	M32	130
3LP4(.) 80-160/1.5	100	155	225	24	80	2	135	200	22	455	180	225	138	50	90	20	125	380	420	330	317	805	317	360	80	180	590	750	15	M8	5	M25	M20	80
3LP4(.) 80-160/2.2R	100	155	225	24	80	2	135	200	22	455	180	225	145	50	80	-	125	380	420	330	317	854	366	360	80	196	590	750	15	M10	5	M25	M20	86
3LP4(.) 80-160/2.2	100	155	225	24	80	2	135	200	22	455	180	225	145	50	80	-	125	380	420	330	317	854	366	360	80	196	590	750	15	M10	5	M25	M20	100,5
3LP4(.) 80-200/3	100	155	225	24	80	2	135	200	22	490	180	250	145	60	80	-	125	460	520	390	354	964	366	470	100	196	700	900	19	M10	8	M25	M20	109,5
3LP4(.) 80-200/4R	100	155	225	24	80	2	135	200	22	490	180	250	161	60	68	-	125	460	520	390	354	986	388	470	100	225	700	900	19	M10	8	M25	M20	116,5
3LP4(.) 80-200/4	100	155	225	24	80	2	135	200	22	490	180	250	161	60	68	-	125	460	520	390	354	986	388	470	100	225	700	900	19	M10	8	M25	M20	117
3LP4(.) 80-250/5.5R	100	155	225	24	80	2	135	200	22	540	200	280	198	60	68	-	125	510	570	440	367	1048	450	470	100	270	760	960	19	M10	8	M32	M32	134
3LP4(.) 80-250/5.5	100	155	225	24	80	2	135	200	22	540	200	280	198	60	68	-	125	510	570	440	367	1048	450	470	100	270	760	960	19	M10	8	M32	M32	134,5
3LP4(.) 80-250/7.5	100	155	225	24	80	2	135	200	22	540	200	280	198	60	68	-	125	510	570	440	367	1086	488	470	100	270	760	960	19	M10	8	M32	M32	143,5



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3SF (3LSF)

2 POLOS

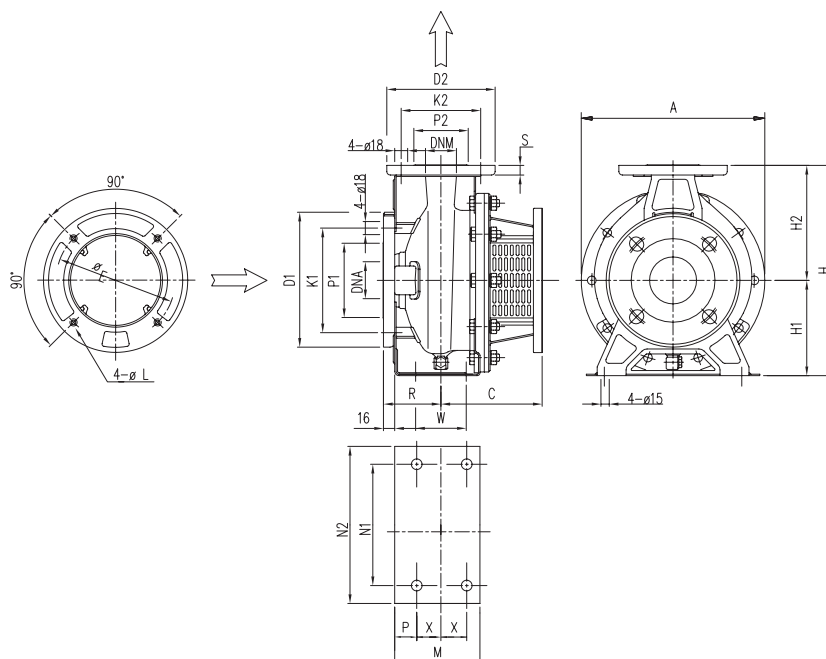


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																						
	A	C	E	H	H1	H2	L	M	N1	N2	P	R	S	Ø D1	Ø K1	Ø P1	Ø D2	Ø K2	Ø P2	Ø DNA	Ø DNM	X	W
32-125/N	213	118	165	252	112	140	M10	114	140	190	29	80	14	165	125	96	140	100	76	50	32	35	70
32-160/R	254	130	165	292	132	160	M10	118	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76	50	32	35	70
32-160/N	254	130	165	292	132	160	M10	118	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76	50	32	35	70
32-200/R	294	142	215	340	160	180	M12	119	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76	50	32	35	70
32-200/N	294	142	215	340	160	180	M12	119	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76	50	32	35	70
32-200/L	294	165	265	340	160	180	M12	119	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76	50	32	35	70
32-200/EL	294	165	265	340	112	180	M12	119	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76	50	32	35	70
40-125/R	213	130	165	252	112	140	M10	114	160	210	29	80	14	185	145	116	150	110	81	65	40	35	70
40-125/N	213	130	165	252	132	140	M10	114	160	210	29	80	14	185	145	116	150	110	81	65	40	35	70
40-160/R	254	142	215	292	132	160	M12	118	190	240	29	80	14	185	145	116	150	110	81	65	40	35	70
40-160/N	254	142	215	292	160	160	M12	118	190	240	29	80	14	185	145	116	150	110	81	65	40	35	70
40-200/R	294	165	265	340	160	180	M12	115	212	265	25	80	14	185	145	116	150	110	81	65	40	35	70
40-200/N	294	165	265	340	160	180	M12	115	212	265	25	100	14	185	145	116	150	110	81	65	40	35	70
40-200/L	350	198	300	340	132	180	M16	115	212	265	25	100	14	185	145	116	150	110	81	65	40	35	70
50-125/S	254	142	215	292	132	160	M12	114	190	240	25	100	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	70
50-125/R	254	142	215	292	132	160	M12	114	190	240	25	100	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	70
50-125/N	254	142	215	292	160	160	M12	114	190	240	25	100	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	70
50-160/R	296	165	265	340	160	180	M12	115	115	212	25	100	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	70
50-160/N	296	165	265	340	160	180	M12	115	115	212	25	100	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	70
50-200/R	296	165	265	360	160	200	M12	115	212	265	25	390	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	7
50-200/N	350	198	300	360	160	200	M16	115	212	265	25	390	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	70
50-200/L	350	198	300	360	160	200	M16	115	212	265	25	390	16	185	145	116	165	125	96	65	50	35	70
65-125/R	254	142	215	340	160	180	M12	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-125/N	300	165	265	340	160	180	M12	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-125/L	300	165	265	340	160	180	M12	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-160/S	300	165	265	360	160	200	M12	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-160/R	300	165	265	360	160	200	M12	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-160/N	350	198	300	360	160	200	M16	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-160/L	350	208	300	360	160	200	M16	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-200/R	350	208	300	405	225	180	M16	150	212	320	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-200/N	350	208	300	405	225	180	M16	150	212	320	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95
65-200/L	350	208	300	405	225	180	M16	150	212	320	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5	95



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3SF4 - 3LSF4

4 POLOS

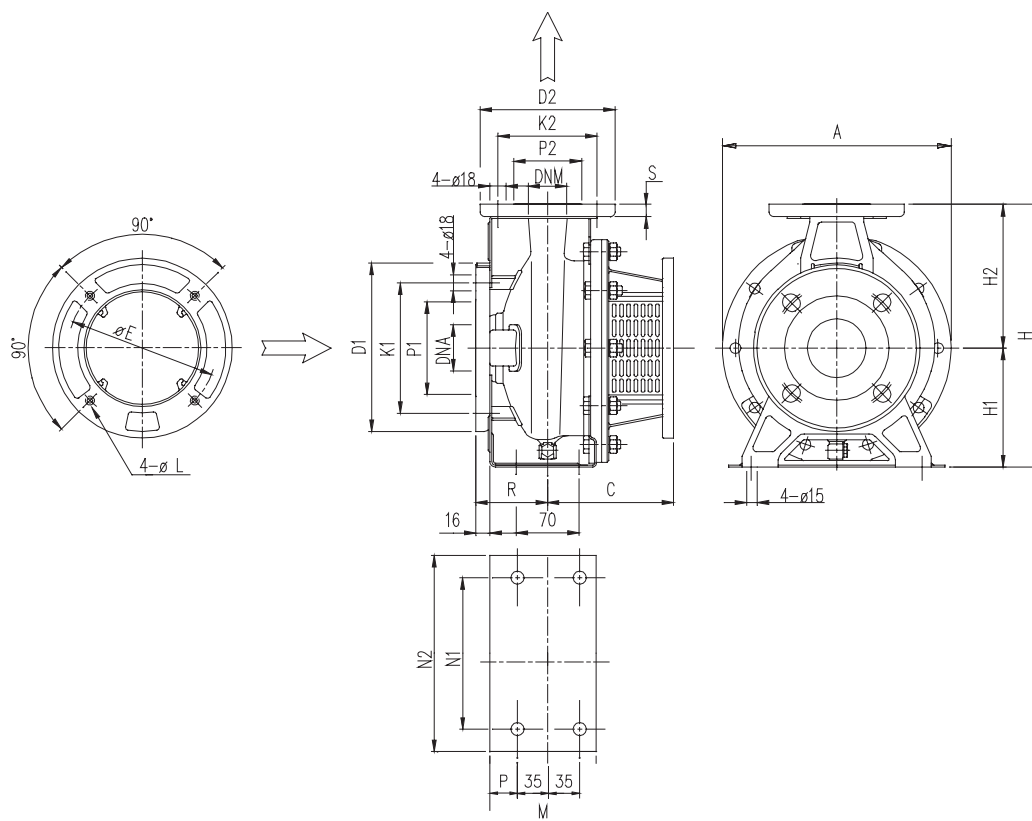


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																		
	A	C	E	H	H1	H2	L	M	N1	N2	P	R	S	Ø D1	Ø K1	Ø P1	Ø D2	Ø K2	Ø P2
32-125/N	213	108	130	252	112	140	M8	114	140	190	29	80	14	165	125	96	140	100	76
32-160/R	254	108	130	292	132	160	M8	118	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76
32-160/N	254	108	130	292	132	160	M8	118	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76
32-200/R	296	118	165	340	160	180	M10	119	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76
32-200/N	296	118	165	340	160	180	M10	119	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76
32-200/L	296	118	165	340	160	180	M10	119	190	240	29	80	14	165	125	96	140	100	76
40-125/R	213	118	130	252	112	140	M8	114	160	210	29	80	14	185	145	116	150	110	81
40-125/N	213	118	130	252	112	140	M8	114	160	210	29	80	14	185	145	116	150	110	81
40-160/R	254	118	165	292	132	160	M10	118	190	240	29	80	14	185	145	116	150	110	81
40-160/N	254	118	165	292	132	160	M10	118	190	240	29	80	14	185	145	116	150	110	81
40-200/R	294	130	165	340	160	180	M10	115	212	265	25	100	14	185	145	116	150	110	81
40-200/N	294	130	165	340	160	180	M10	115	212	265	25	100	14	185	145	116	150	110	81
40-200/L	294	130	165	340	160	180	M10	115	212	265	25	100	14	185	145	116	150	110	81
50-125/R	254	118	165	292	132	160	M10	114	190	240	25	100	16	185	145	116	165	125	96
50-125/N	254	118	165	292	132	160	M10	114	190	240	25	100	16	185	145	116	165	125	96
50-160/R	296	130	165	340	160	180	M10	115	212	265	25	100	16	185	145	116	165	125	96
50-160/N	296	130	165	340	160	180	M10	115	212	265	25	100	16	185	145	116	165	125	96
50-200/R	296	130	165	360	160	200	M10	115	212	265	25	100	16	185	145	116	165	125	96
50-200/N	296	130	165	360	160	200	M10	115	212	265	25	100	16	185	145	116	165	125	96
50-200/L	296	130	215	360	160	200	M12	115	212	265	25	100	16	185	145	116	165	125	96

SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3(L)PF

2 POLOS

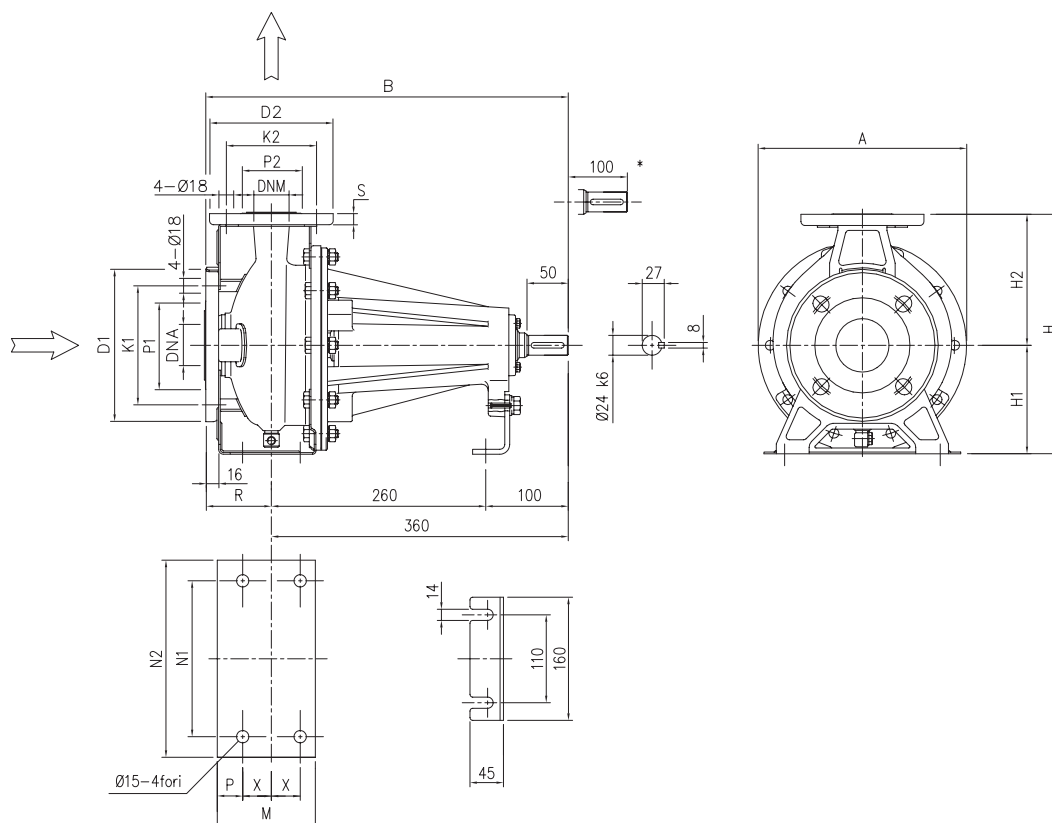


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																			
	A	C	H	H1	H2	M	N1	N2	P	R	S	Ø D1	Ø K1	Ø P1	Ø D2	Ø K2	Ø P2	Ø DNA	Ø DNM	X
32-125	213	440	252	112	140	114	140	190	29	80	14	165	125	95	140	100	75	50	32	35
32-160	254	440	292	132	160	118	190	240	29	80	14	165	125	95	140	100	75	50	32	35
32-200	296	440	340	160	180	119	190	240	29	80	14	165	125	95	140	100	75	50	32	35
40-125	213	440	252	112	140	114	160	210	29	80	14	185	145	115	150	110	80	65	40	35
40-160	254	440	292	132	160	118	190	240	29	80	14	185	145	115	150	110	80	65	40	35
40-200	296	460	340	160	180	115	212	265	25	100	14	185	145	115	150	110	80	65	40	35
50-125	254	460	292	132	160	114	190	240	25	100	14	185	145	115	165	125	95	65	50	35
50-160	296	460	340	160	180	115	212	265	25	100	16	185	145	115	165	125	95	65	50	35
50-200	296	460	360	160	200	115	212	265	25	100	16	185	145	115	165	125	95	65	50	35
65-125	254	460	340	160	180	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5
65-160	296	460	360	160	200	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5
65-200	296	460	405	180	225	150	212	280	35	100	16	200	160	134	185	145	115	80	65	47,5

* Espacio que posibilita el desmontaje de la bomba que dispone de espaciador sin necesidad de manipular el motor.



SERIE 3 - SERIE 3L

ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (ex DIN 24255) ESTÁNDAR

3(L)PF4

4 POLOS

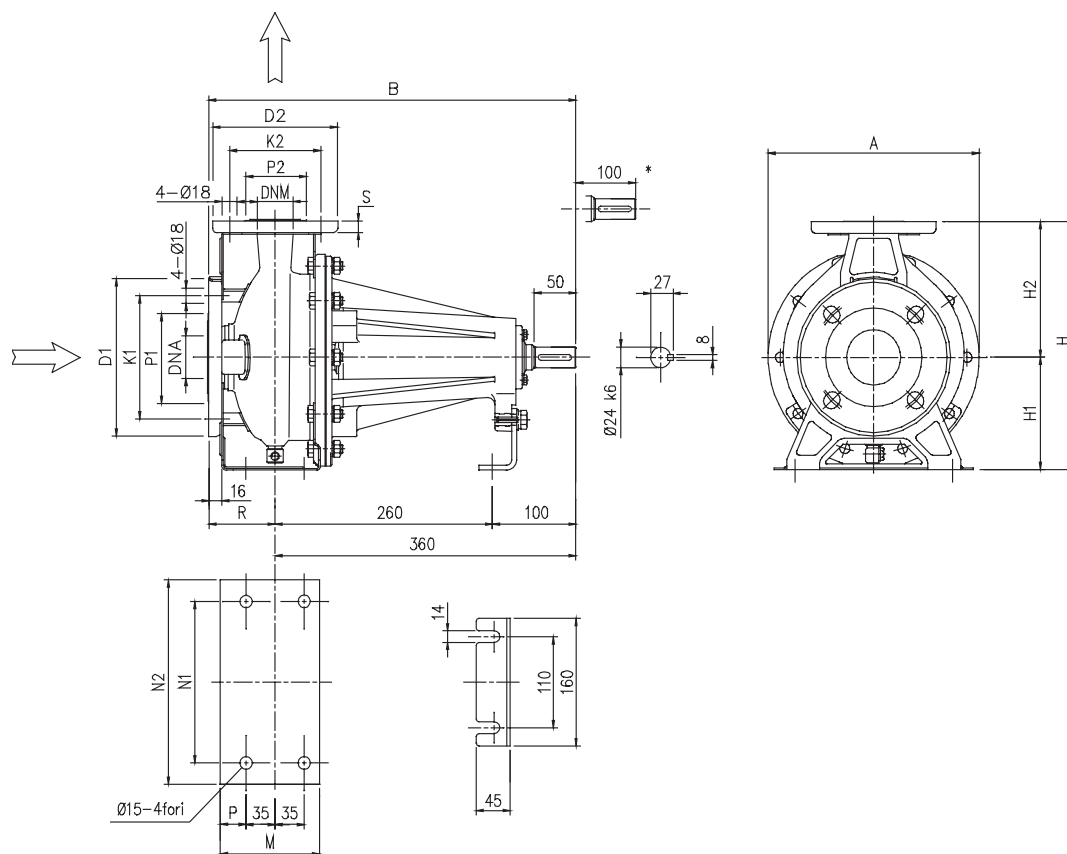


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)																		
	A	B	H	H1	H2	M	N1	N2	P	R	S	Ø D1	Ø K1	Ø P1	Ø D2	Ø K2	Ø P2	Ø DNA	Ø DNM
32-125	213	440	252	112	140	114	140	190	29	80	14	165	125	95	140	100	75	50	32
32-160	254	440	292	132	160	118	190	240	29	80	14	165	125	95	140	100	75	50	32
32-200	296	440	340	160	180	119	190	240	29	80	14	165	125	95	140	100	75	50	32
40-125	213	440	252	112	140	114	160	210	29	80	14	185	145	115	150	110	80	65	40
40-160	254	440	292	132	160	118	190	240	29	80	14	185	145	115	150	110	80	65	40
40-200	296	460	340	160	180	115	212	265	25	100	14	185	145	115	150	110	80	65	40
50-125	254	460	292	132	160	114	190	240	25	100	16	185	145	115	165	125	95	65	50
50-160	296	460	340	160	180	115	212	265	25	100	16	185	145	115	165	125	95	65	50
50-200	296	460	360	160	200	115	212	265	25	100	16	185	145	115	165	125	95	65	50

* Espacio que posibilita el desmontaje de la bomba que dispone de espaciador sin necesidad de manipular el motor.


EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.

www.ebara.es ISO 9001

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
DECLARATION OF CONFORMITY

DESCRIPCIÓN Bomba centrífuga horizontal
 DESCRIPTION Horizontal centrifugal pump



TIPO **JESX – JEX – JES – JE – AGA – AGC – CDX – CD – DWO – CMA – CMB**
 TYPE **CMC – CMD – CMR – 2CDX – 2CD – CDA – COMPACT – MCXE – PRA**
ALX – AL – MLX – ML – BL – SW – 3M – 3S – 3P – 3LM – 3LS – 3LP
MD – BMB – MDM – EBARA ENORM – ENR

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.

Polígono Ind. Las Arenas. C/ Alameda, 1
 28320 PINTO (Madrid) - España

DECLARA, bajo su única responsabilidad, que los productos arriba indicados se hallan en conformidad con las siguientes directivas; Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/CEE y posteriores modificaciones; Directiva de Baja Tensión 73/23/CEE y posteriores modificaciones; Directiva de Máquinas 98/37/CE y posteriores modificaciones.

DECLARES, under its own responsibility, that the products above mentioned comply with the following applicable directives: Electromagnetic Compatibility Directive 89/336/EEC and relatives updating; Low Voltage Directive 73/23/EEC and relatives updating; Machinery Directive 98/37/EEC and relatives updating.

RESPONSABLE
 RESPONSIBLE

Firma
 Signature

Angel Díaz

Cargo
 Title

Director General
 General Manager

Fecha 13-02-2004
 Date



TL6

Plate Heat Exchanger

Applications

General heating and cooling duties.

Standard design

The plate heat exchanger consists of a pack of corrugated metal plates with portholes for the passage of the two fluids between which heat transfer will take place.

The plate pack is assembled between a fix frame plate and a movable pressure plate and compressed by tightening bolts. The plates are fitted with a gasket which seals the interplate channel and directs the fluids into alternate channels. The number of plates is determined by the flow rate, physical properties of the fluids, pressure drop and temperature program. The plate corrugations promote fluid turbulence and support the plates against differential pressure.

The plate and the pressure plate are suspended from an upper carrying bar and located by a lower guiding bar, both of which are fixed to a support column.

Connections are located in the frame plate or, if either or both fluids make more than a single pass within the unit, in the frame and pressure plates.

Typical capacities

Liquid flow rate

Up to 20 kg/s (317 gpm), depending on media, permitted pressure drop and temperature program.

Plate types

TL6-B

Frame types

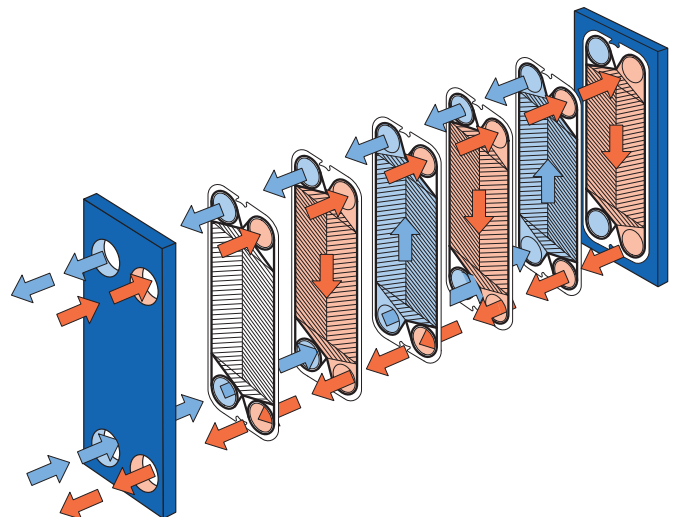
FM, FG and FD

Working principle

Channels are formed between the plates and the corner ports are arranged so that the two media flow through alternate channels. The heat is transferred through the plate between the channels, and complete counter-current flow is created for highest possible efficiency. The corrugation of the plates provides the passage between the plates, supports each plate against the adjacent one and enhances the turbulence, resulting in efficient heat transfer.



TL6-FG



Flow principle of a plate heat exchanger

STANDARD MATERIALS

Frame plate

Mild steel, Epoxy painted

Nozzles

Carbon steel

Metal lined: Stainless steel, Titanium

Rubber lined: Nitrile, EPDM

Pipe: Stainless steel

Plates

Stainless steel Alloy 316 / Alloy 304, Titanium, Alloy 254 SMO, Alloy C276

Gaskets

Nitrile, EPDM, Viton®

Other grades and material available on request

TECHNICAL DATA

Pressure vessel codes, PED, ASME, pvcALS™

Mechanical design pressure (g) / temperature

FM	pvcALS™	1.0 MPa / 180°C
FM	PED	1.0 MPa / 180°C
FG	pvcALS™	1.6 MPa / 180°C
FG	PED	1.6 MPa / 180°C
FG	ASME	150 psig / 482°F
FD	pvcALS™	2.5 MPa / 180°C
FD	PED	2.5 MPa / 180°C
FD	ASME	300 psig / 482°F

Connections

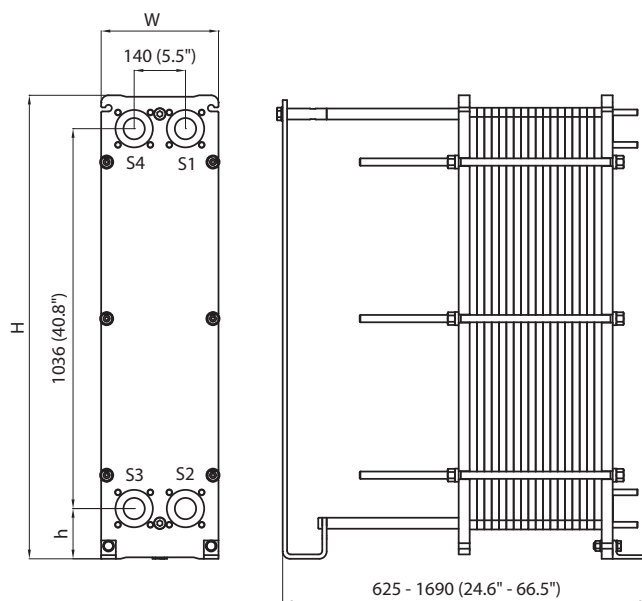
Pipe connections (not for frame type FD)

Straight threaded	Size 50 mm	ISO G2", NPT 2"
Threaded inlet port	Size 50 mm	ISO G2"

Flange connections

	Size:	
FM	pvcALS™	50/65 mm DIN/GB/GOST PN16, ASME Cl.150, JIS 10K
FM	PED	50/65 mm DIN PN16, ASME Cl. 150
FG	pvcALS™	50/65 mm DIN/GB/GOST PN16, ASME Cl. 150, JIS 10K, JIS 16K
FG	PED	50/65 mm DIN PN16, ASME Cl. 150
FG	ASME	2-2½" in ASME Cl.150
FD	pvcALS™	50/65 mm DIN/GB/GOST PN40, ASME Cl.300, JIS 20K
FD	PED	50/65 mm DIN PN40, ASME Cl. 300
FD	ASME	2-2½" in ASME Cl. 300

Dimensions



Measurements mm (inch)

Type	H	W	h
TL6-FM / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	320 (12.6")	137 (5.4")
TL6-FG / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	320 (12.6")	137 (5.4")
TL6-FG / ASME	1299 (51.1")	320 (12.6")	142 (5.6")
TL6-FD / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	330 (13.0")	137 (5.4")
TL6-FD / ASME	1308 (51.5")	330 (13.0")	142 (5.6")

The number of tightening bolts may vary depending on pressure rating.

Maximum heat transfer surface

102.0 m² (1097 sq.ft)

Particulars required for quotation

- Flow rates or heat load
- Temperature program
- Physical properties of liquids in question (if not water)
- Desired working pressure
- Maximum permitted pressure drop

How to contact Alfa Laval

Up-to-date AlfaLaval contact details for all countries are always available on our website on www.alfalaval.com

Plate Heat Exchanger

Technical Specification



Modelo : **TL6-BFM**
Project: : AD8656-E
Item : **AD8656-E_POS.2A**

Fecha : 11/12/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	999.6	1000
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.590	0.585
Viscosidad entrada	cP	0.895	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.11
Volume flow rate	m ³ /h	27.0	48.0
Temperatura entrada	°C	25.0	6.0
Temperatura salida	°C	7.1	16.0
Pérdida de carga	kPa	28.6	86.1
Calor Intercambiado	kW	561.1	
L.M.T.D.	K	3.8	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	5075	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	5074	
Area Transferencia Calor	m ²	29.3	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.0	
Margen servicio	%	0.0	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		117	
placas efectivas		115	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		15	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Diámetro conexión		See drawing	See drawing
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	815 x 320 x 1264	
Volumen líquido	dm ³	24.7	24.7
Peso neto, vacío/operación	kg	329 / 378	
Packed weight(BOX(OCEAN))	kg	349	
Volumen interno	m ³	0.6	
largo x ancho x alto	mm	1390 x 420 x 1040	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

STANDARD MATERIALS

Frame plate

Mild steel, Epoxy painted

Nozzles

Carbon steel

Metal lined: Stainless steel, Titanium

Rubber lined: Nitrile, EPDM

Pipe: Stainless steel

Plates

Stainless steel Alloy 316 / Alloy 304, Titanium, Alloy 254 SMO, Alloy C276

Gaskets

Nitrile, EPDM, Viton®

Other grades and material available on request

TECHNICAL DATA

Pressure vessel codes, PED, ASME, pvcALS™

Mechanical design pressure (g) / temperature

FM	pvcALS™	1.0 MPa / 180°C
FM	PED	1.0 MPa / 180°C
FG	pvcALS™	1.6 MPa / 180°C
FG	PED	1.6 MPa / 180°C
FG	ASME	150 psig / 482°F
FD	pvcALS™	2.5 MPa / 180°C
FD	PED	2.5 MPa / 180°C
FD	ASME	300 psig / 482°F

Connections

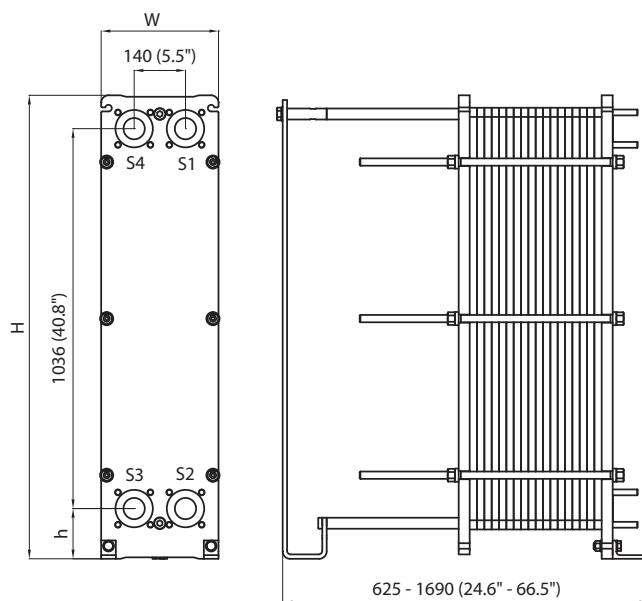
Pipe connections (not for frame type FD)

Straight threaded	Size 50 mm	ISO G2", NPT 2"
Threaded inlet port	Size 50 mm	ISO G2"

Flange connections

	Size:	
FM	pvcALS™	50/65 mm DIN/GB/GOST PN16, ASME Cl.150, JIS 10K
FM	PED	50/65 mm DIN PN16, ASME Cl. 150
FG	pvcALS™	50/65 mm DIN/GB/GOST PN16, ASME Cl. 150, JIS 10K, JIS 16K
FG	PED	50/65 mm DIN PN16, ASME Cl. 150
FG	ASME	2-2½" in ASME Cl.150
FD	pvcALS™	50/65 mm DIN/GB/GOST PN40, ASME Cl.300, JIS 20K
FD	PED	50/65 mm DIN PN40, ASME Cl. 300
FD	ASME	2-2½" in ASME Cl. 300

Dimensions



Measurements mm (inch)

Type	H	W	h
TL6-FM / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	320 (12.6")	137 (5.4")
TL6-FG / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	320 (12.6")	137 (5.4")
TL6-FG / ASME	1299 (51.1")	320 (12.6")	142 (5.6")
TL6-FD / PED / pvcALS™	1264 (49.8")	330 (13.0")	137 (5.4")
TL6-FD / ASME	1308 (51.5")	330 (13.0")	142 (5.6")

The number of tightening bolts may vary depending on pressure rating.

Maximum heat transfer surface

102.0 m² (1097 sq.ft)

Particulars required for quotation

- Flow rates or heat load
- Temperature program
- Physical properties of liquids in question (if not water)
- Desired working pressure
- Maximum permitted pressure drop

How to contact Alfa Laval

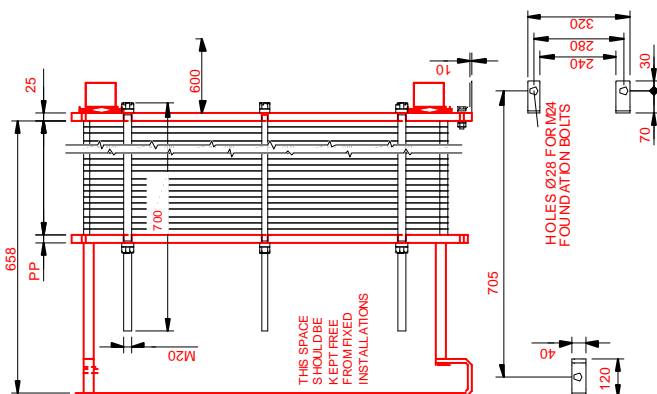
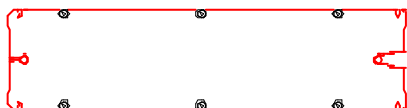
Up-to-date AlfaLaval contact details for all countries are always available on our website on www.alfalaval.com

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

SECTION AA

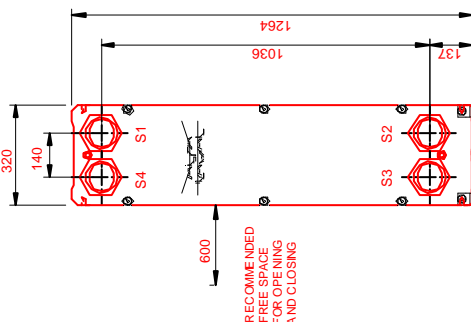
PP = 25



HOLES Ø28 FOR M24 FOUNDATION BOLTS

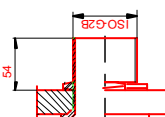
FRAME PLATE

(FIXED)



RECOMMENDED FREE SPACE FOR OPENING AND CLOSING


DIN THREADED CONNECTION
SS S15253S4



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 378 kg HEAT LOAD 581 kW

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.	PLATE HEAT EXCHANGER			
AGENT / REF.		AD8656-E_POS.2A				
CUSTOMER NAME / REF. NO.			PED		AD8656-E	
SIGN.		RISK CATEGORY			DATE	REV
		0	2012-12-11	0		

TOTAL LENGTH 815
TOTAL WIDTH 320
TOTAL HEIGHT 1264

SIDE	MEDIA	F.D.C.	INLET	TEMP.	OUTLET	TEMP.	FLOW RATE	PRESSURE DROP
1	Water	2	S1	25.0 °C	S2	7.1 °C	7.5 l/s	29.57 kPa
2	Water	2	S3	6.0 °C	S4	16.0 °C	13.3 l/s	86.07 kPa

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL6-BFM**
 Project: : **AD8656-E**
 Item : **AD8656-E_POS.2B**

Fecha : 11/12/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	1000	1001
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.586	0.583
Viscosidad entrada	cP	1.14	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.29
Volume flow rate	m ³ /h	27.0	48.0
Temperatura entrada	°C	15.0	6.0
Temperatura salida	°C	7.1	10.5
Pérdida de carga	kPa	29.0	86.5
Calor Intercambiado	kW	250.3	
L.M.T.D.	K	2.4	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	4964	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3583	
Area Transferencia Calor	m ²	29.3	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.78	
Margen servicio	%	38.5	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		117	
placas efectivas		115	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		15	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Diámetro conexión		See drawing	See drawing
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	815 x 320 x 1264	
Volumen líquido	dm ³	24.7	24.7
Peso neto, vacío/operación	kg	329 / 378	
Packed weight(BOX(OCEAN))	kg	349	
Volumen interno	m ³	0.6	
largo x ancho x alto	mm	1390 x 420 x 1040	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

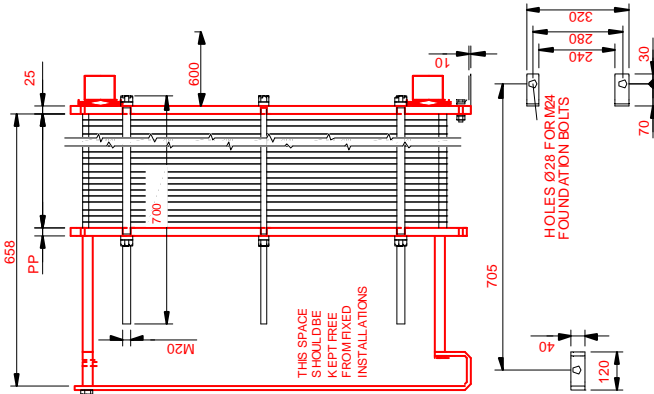
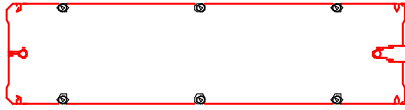
Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

SECTION AA

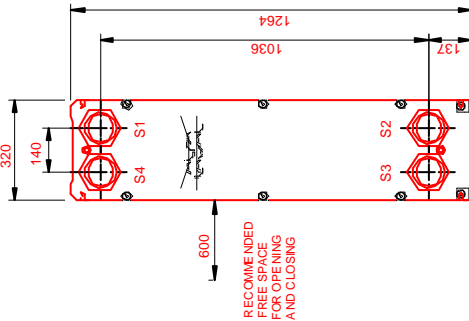
PP = 25



HOLES Ø28 FOR M24 FOUNDATION BOLTS

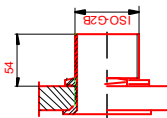
FRAME PLATE

(FIXED)



RECOMMENDED FREE SPACE FOR OPENING AND CLOSING

DIN THREADED CONNECTION
SS S15253S4



REMARKS:


TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 378 kg HEAT LOAD 250 kW

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

TOTAL LENGTH 815
TOTAL WIDTH 320
TOTAL HEIGHT 1264

SIDE	MEDIA	F.D.C.	INLET	TEMP.	OUTLET	TEMP.	FLOW RATE	PRESSURE DROP
1	Water	2	S1	15.0 °C	S2	7.1 °C	7.5 l/s	28.97 kPa
2	Water	2	S3	6.0 °C	S4	10.5 °C	13.3 l/s	86.47 kPa

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.	PLATE HEAT EXCHANGER			
AGENT / REF.		AD8656-E_POS.2B	TL6-BFM		AD8656-E	
CUSTOMER NAME / REF. NO.					DATE	
SIGN.		RISK CATEGORY	PED		2012-12-11	0
		0				

FILTRO DE ANILLAS AUTOMÁTICO LCE

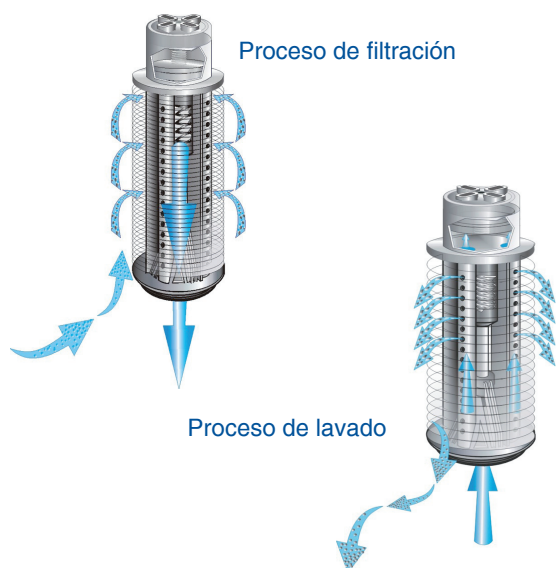
Los filtros de anillas SKS LCE (Low Cost Energy) permiten la completa automatización del proceso de contralavado con un mínimo consumo de agua sin renunciar a las prestaciones de los filtros anillas SKS convencionales. Su revolucionario sistema de contralavado a baja presión (1,5 bar – 22 psi) por inversión de flujo con separación de anillas proporciona importantes ahorros energéticos y aumenta la rentabilidad del sistema.

Disponibles en 2" y 3" para una amplia gama de grados de filtración, los filtros SKS LCE facilitan un diseño de cabezales flexible y personalizado para cada aplicación y adaptable a cualquier caudal y con facilidad de ampliación.

» Aplicaciones típicas

- Agua superficial con elevado contenido de algas.
- Agua con alta carga orgánica (p.e. aguas residuales)
- Otros tipos de aguas para sistemas donde no hay disponibilidad de presiones altas o el coste energético es elevado (kwh).

» Funcionamiento del filtro



Proceso de filtración

Los sistemas de filtración SKS LCE emplean la probada tecnología de filtración en profundidad mediante anillas.

En el modo de filtración, las anillas se encuentran fuertemente comprimidas formando un conjunto filtrante.

Los sólidos quedan retenidos en el elemento filtrante, realizándose una retención selectiva en función del grado de filtración seleccionado. El agua queda acondicionada para su utilización.

Proceso de contralavado

Cuando se acumula cierta cantidad de suciedad en las anillas, se desencadena el proceso de limpieza, el cual activa la válvula de contralavado, cambiándola de posición e invirtiendo el sentido de flujo en el interior del filtro.

Simultáneamente, las anillas se separan a la vez que chorros tangenciales les imprimen un movimiento rápido de giro, liberando todas las partículas de suciedad retenidas. El agua de contralavado es expulsada al exterior por el colector de drenaje.

Al final el proceso de limpieza el filtro y la válvula de contralavado vuelven a su posición normal de filtrado.



» Características principales

- Probada tecnología de filtración en profundidad
- Baja presión de contralavado (1,5 bar – 22 psi).
- Consumo mínimo de agua para el contralavado
- Elevada rentabilidad derivada de ahorros en costes energéticos.
- Configuración modular de cabezales.
- Resistente a la corrosión; fabricado en materiales plásticos de máxima calidad.
- Mantenimiento mínimo y sencillo de realizar

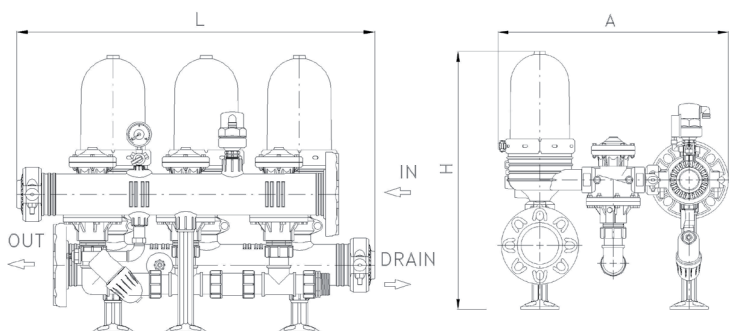
» Datos técnicos

Presión máxima	6 bar	87 psi
Presión mínima de operación	1 bar	14 psi
Presión mínima de contralavado	1,5 bar	22 psi
(presión de contralavado aguas abajo)	1.5 bar	22 psi
Caudal de contralavado por unidad SKS2" LCE	10 m3/h	44 gpm
Caudal de contralavado por unidad SKS3" LCE	20 m3/h	88 gpm
Temperatura máxima	70° C	158° F
pH	4-11	4-11

	Baterías SKS 2" LCE			
	3 unidades	4 unidades	5 unidades	6 unidades
Caudal máximo 400-100 µ	45m³/h	60m³/h	75m³/h	90m³/h
Superficie de filtración	2640cm²	3520cm²	4400cm²	5280cm²
Volumen de filtración	3444cm³	4592cm³	5740cm³	6888cm³
Diámetro entrada/salida	110 mm	110 mm	110 mm	110 mm
L largo	710 mm	960 mm	1210 mm	1460 mm
H alto	750 mm	750 mm	750 mm	750 mm
A ancho	670 mm	670 mm	670 mm	670 mm

	Baterías SKS 3" LCE			
	3 unidades	4 unidades	5 unidades	6 unidades
Caudal máximo 400-100 µ	66m³/h	88m³/h	110m³/h	132m³/h
Superficie de filtración	5280cm²	7040cm²	8800cm²	10560cm²
Volumen de filtración	6888cm³	9184cm³	11480cm³	13776cm³
Diámetro entrada/salida	160 mm	160 mm	160 mm	160 mm
L largo	902 mm	1152 mm	1402 mm	1652 mm
H alto	1291 mm	1291 mm	1291 mm	1291 mm
A ancho	865 mm	865 mm	865 mm	865 mm

Baterías SKS2"



Baterías SKS3"

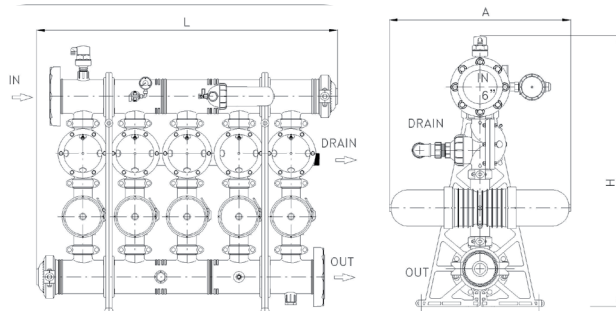
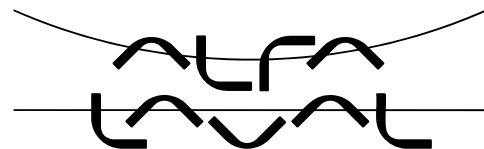


Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-BFG**

Project: : **AD8656-C**

Item : **AD8656-C_OPC.A**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	998.8	999.5
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.20
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.595	0.591
Viscosidad entrada	cP	0.895	1.47
Viscosidad salida	cP	1.39	0.983
Volume flow rate	m ³ /h	48.0	54.0
Temperatura entrada	°C	25.0	6.0
Temperatura salida	°C	8.0	21.0
Pérdida de carga	kPa	22.2	27.4
Calor Intercambiado	kW	947.2	
L.M.T.D.	K	2.9	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	4273	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3924	
Area Transferencia Calor	m ²	84.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.21	
Margen servicio	%	8.9	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		170	
placas efectivas		168	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		31	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1445 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	75.6	76.5
Peso neto, vacío/operación	kg	996 / 1150	
Packed weight(SKID LYING)	kg	1030	
Volumen interno	m ³	2.2	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1650	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

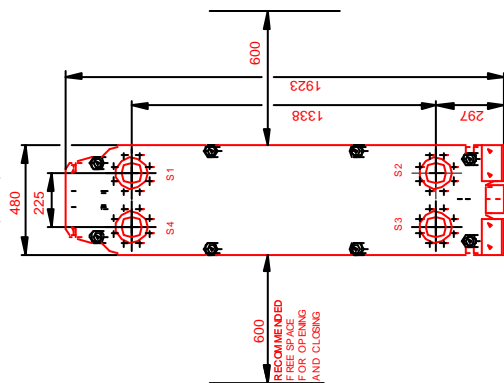
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE

(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 1750 kg HEAT LOAD 947 kW

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.
AGENT / REF.		AD8656-C_OPCA
CUSTOMER NAME / R.F. NO.		
SIGN.		RISK CATEGORY 0

PLATE HEAT EXCHANGER

TL10-BFG
PED

AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

PRESSURE DROP 22.20 kPa
27.40 kPa

FLOW RATE 13.3 l/s
15.0 l/s

TEMP. 8.0 °C
27.0 °C

OUTLET S2
S4

TEMP. 25.0 °C
6.0 °C

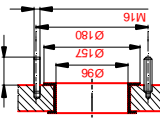
INLET S1
S3

F.D.C. 2
2

MEDIA Water
Water

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

DIN EN 16 DN100
SHEET LINING
S1 S2 S3 S4



AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-BFG**
 Project: : **AD8656-C**
 Item : **AD8656-C_OPC.B**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	999.9	1000
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.20
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.588	0.585
Viscosidad entrada	cP	1.14	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.20
Volume flow rate	m ³ /h	48.0	54.0
Temperatura entrada	°C	15.0	6.0
Temperatura salida	°C	7.0	13.1
Pérdida de carga	kPa	22.8	27.9
Calor Intercambiado	kW	447.7	
L.M.T.D.	K	1.4	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	4128	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3789	
Area Transferencia Calor	m ²	84.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.22	
Margen servicio	%	9.0	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		170	
placas efectivas		168	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		31	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1445 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	75.6	76.5
Peso neto, vacío/operación	kg	996 / 1150	
Packed weight(SKID LYING)	kg	1030	
Volumen interno	m ³	2.2	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1650	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

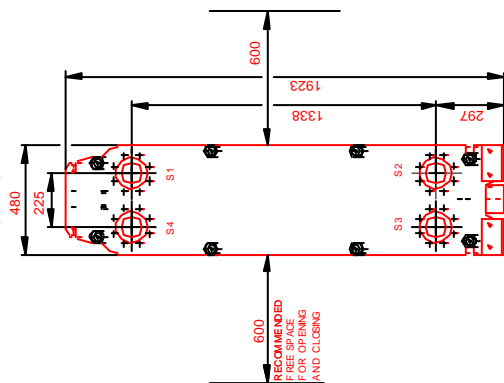
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE

(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 1750 kg HEAT LOAD 448 kW

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.
AGENT / REF.		AD8656-C OPC.B
CUSTOMER NAME / R.F.I. NO.		
SIGN.		RISK CATEGORY 0

PLATE HEAT EXCHANGER

TL10-BFG
PED

AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

PRESSURE DROP
22.91 kPa
27.96 kPa

FLOW RATE
13.3 l/s
15.0 l/s

TEMP.
7.0 °C
13.1 °C

OUTLET
S2
S4

TEMP.
15.0 °C
6.0 °C

INLET
S1
S3

F.D.C.
2
2

MEDIA
Water
Water

SIDE
1
2

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

DIN EN 16 DN100
SHEET LINING
S1 S2 S3 S4

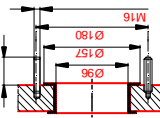


Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-BFG**
 Project: : **AD8656-C**
 Item : **AD8656-C_OPC.C**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	999.8	1000
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.589	0.583
Viscosidad entrada	cP	0.895	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.17
Volume flow rate	m ³ /h	48.0	108.0
Temperatura entrada	°C	25.0	6.0
Temperatura salida	°C	6.9	14.0
Pérdida de carga	kPa	22.5	99.6
Calor Intercambiado	kW	1010	
L.M.T.D.	K	4.0	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	4867	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3003	
Area Transferencia Calor	m ²	84.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	1.3	
Margen servicio	%	62.1	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		170	
placas efectivas		168	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		31	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1445 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	75.6	76.5
Peso neto, vacío/operación	kg	996 / 1150	
Packed weight(SKID LYING)	kg	1030	
Volumen interno	m ³	2.2	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1650	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

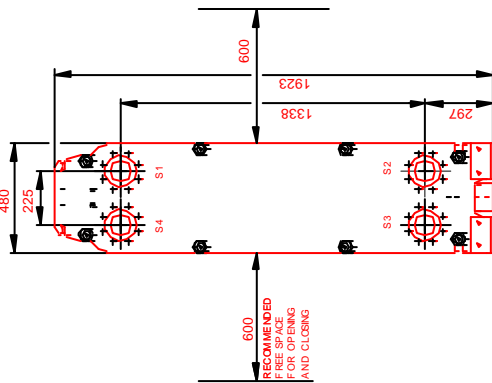
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE

(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 1750 kg HEAT LOAD 1010 kW

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.
AGENT / REF.		AD8656-C OPC.C
CUSTOMER NAME / R.F.I. NO.		
SIGN.		RISK CATEGORY 0

PLATE HEAT EXCHANGER

TL10-BFG
PED

AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

PRESSURE DROP
22.55 kPa
99.64 kPa

FLOW RATE
13.3 l/s
30.0 l/s

TEMP.
6.9 °C
14.0 °C

OUTLET
S2
S4

TEMP.
25.0 °C
6.0 °C

INLET
S1
S3

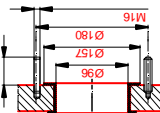
F.D.C.
2
2

MEDIA
Water
Water

SIDE
1
2

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

DIN EN 16 DN100
SHEET LINING
SS 1523S354



AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-BFG**

Project: : **AD8656-C**

Item : **AD8656-C_OPC,D**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	1000	1001
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.21	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.584	0.582
Viscosidad entrada	cP	1.14	1.47
Viscosidad salida	cP	1.46	1.32
Volume flow rate	m ³ /h	48.0	108.0
Temperatura entrada	°C	15.0	6.0
Temperatura salida	°C	6.4	9.8
Pérdida de carga	kPa	23.0	99.8
Calor Intercambiado	kW	481.3	
L.M.T.D.	K	1.9	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	4805	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3058	
Area Transferencia Calor	m ²	84.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	1.2	
Margen servicio	%	57.2	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		170	
placas efectivas		168	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		31	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1445 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	75.6	76.5
Peso neto, vacío/operación	kg	996 / 1150	
Packed weight(SKID LYING)	kg	1030	
Volumen interno	m ³	2.2	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1650	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

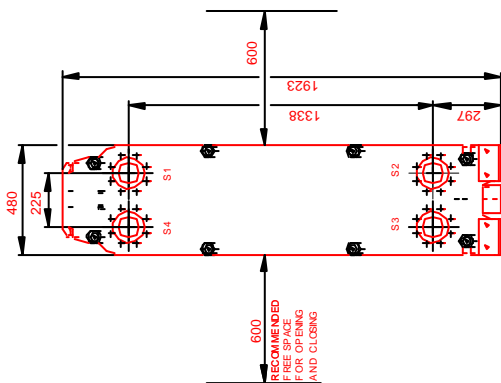
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE


(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 1750 kg HEAT LOAD 481 kW

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.	PLATE HEAT EXCHANGER	
AGENT / REF.	AD8656-C OPC.D		<h1>TL10-BFG</h1> <p>PED</p>	
CUSTOMER NAME / P.O. NO.				
SIGN.	RISK CATEGORY 0			
			<p>AD8656-C</p> <p>DATE 2012-11-15 REV 0</p>	

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

SIDE	MEDIA	F.D.C.	INLET	TEMP.	OUTLET	TEMP.	FLOW RATE	PRESSURE DROP
1	Water	2	S1	15.0 °C	S2	6.2 °C	13.3 l/s	23.00 kPa
2	Water	2	S3	6.0 °C	S4	9.8 °C	30.0 l/s	99.95 kPa

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

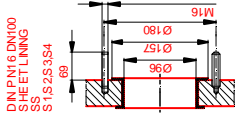


Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-PFG**
 Project: : **AD8656-C**
 Item : **AD8656-C_OPC.E**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	999.2	1000
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.592	0.585
Viscosidad entrada	cP	0.895	1.47
Viscosidad salida	cP	1.39	1.13
Volume flow rate	m ³ /h	30.0	54.0
Temperatura entrada	°C	25.0	6.0
Temperatura salida	°C	8.0	15.4
Pérdida de carga	kPa	8.71	25.7
Calor Intercambiado	kW	592.0	
L.M.T.D.	K	4.9	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	3317	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3285	
Area Transferencia Calor	m ²	37.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.030	
Margen servicio	%	1.0	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		76	
placas efectivas		74	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		13	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1145 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	47.7	49.0
Peso neto, vacío/operación	kg	762 / 859	
Packed weight(SKID LYING)	kg	800	
Volumen interno	m ³	1.8	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1350	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

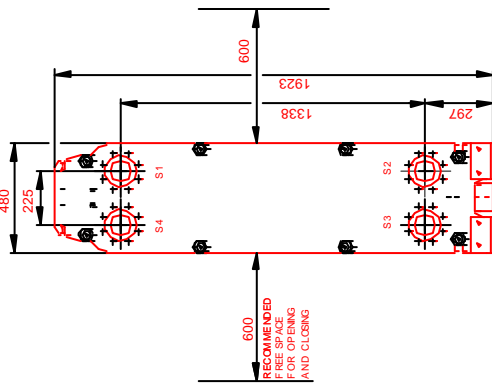
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE


(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 880 kg HEAT LOAD 582 kW

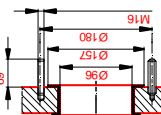
SUPPLIER	REF.	ITEM NO.	PLATE HEAT EXCHANGER			
AGENT / REF.			TL10-PFG		AD8656-C	
CUSTOMER NAME / P.O. NO.					DATE	REV
SIGN.		RISK CATEGORY	PED		2012-11-15	0
		0				

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

SIDE	MEDIA	F.D.C.	INLET	TEMP.	OUTLET	TEMP.	FLOW RATE	PRESSURE DROP
1	Water	2	S1	25.0 °C	S2	8.0 °C	8.3 l/s	8.714 kPa
2	Water	2	S3	6.0 °C	S4	15.4 °C	15.0 l/s	2h.75 kPa

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

DIN EN 16 DN100
SHEET LINING
SS 316/316L



AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-PFG**

Project: : **AD8656-C**

Item : **AD8656-C_OPC.F**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	1000	1001
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.586	0.583
Viscosidad entrada	cP	1.14	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.30
Volume flow rate	m ³ /h	30.0	54.0
Temperatura entrada	°C	15.0	6.0
Temperatura salida	°C	7.0	10.4
Pérdida de carga	kPa	8.85	25.9
Calor Intercambiado	kW	279.8	
L.M.T.D.	K	2.3	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	3222	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3222	
Area Transferencia Calor	m ²	37.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.0	
Margen servicio	%	-0.0	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		76	
placas efectivas		74	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		13	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1145 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	47.7	49.0
Peso neto, vacío/operación	kg	762 / 859	
Packed weight(SKID LYING)	kg	800	
Volumen interno	m ³	1.8	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1350	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

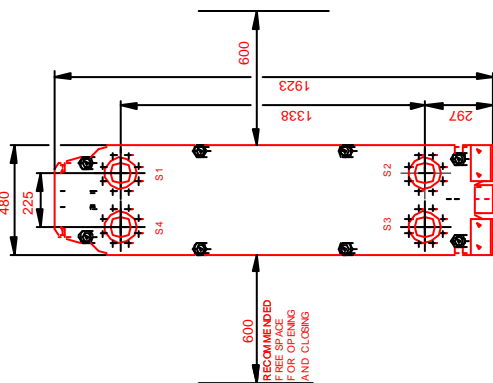
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE


(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 880 kg HEAT LOAD 280 kW

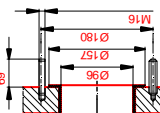
SUPPLIER	REF.	ITEM NO.	PLATE HEAT EXCHANGER	
AGENT / REF.	AD8656-C OPC.F		<h1>TL10-PFG</h1> <p>PED</p>	
CUSTOMER NAME / REF. NO.				
SIGN.	RISK CATEGORY 0			
			<p>AD8656-C</p> <p>DATE 2012-11-15 REV 0</p>	

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

SIDE	MEDIA	F.D.C.	INLET	TEMP.	OUTLET	TEMP.	FLOW RATE	PRESSURE DROP
1	Water	2	S1	15.0 °C	S2	7.0 °C	8.3 l/s	8.851 kPa
2	Water	2	S3	6.0 °C	S4	10.4 °C	15.0 l/s	24.98 kPa

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

DIN EN 16 DN100
SHEET LINING
SS 316/304

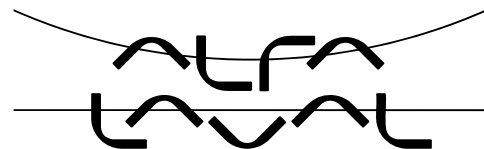


AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-PFG**
 Project: : **AD8656-C**
 Item : **AD8656-C_OPC.G**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	999.8	1001
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.20	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.588	0.582
Viscosidad entrada	cP	0.895	1.47
Viscosidad salida	cP	1.43	1.28
Volume flow rate	m ³ /h	30.0	108.0
Temperatura entrada	°C	25.0	6.0
Temperatura salida	°C	7.0	11.0
Pérdida de carga	kPa	8.76	96.1
Calor Intercambiado	kW	626.9	
L.M.T.D.	K	4.9	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	3779	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3445	
Area Transferencia Calor	m ²	37.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.26	
Margen servicio	%	9.7	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		76	
placas efectivas		74	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		13	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1145 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	47.7	49.0
Peso neto, vacío/operación	kg	762 / 859	
Packed weight(SKID LYING)	kg	800	
Volumen interno	m ³	1.8	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1350	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

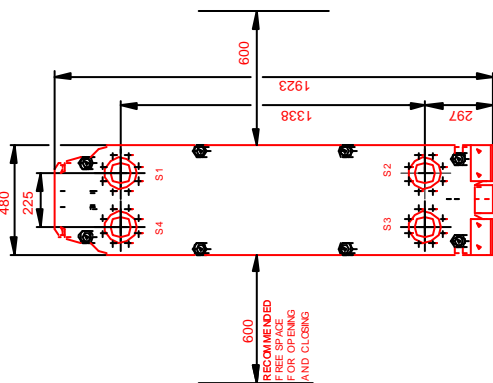
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE

(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 880 kg HEAT LOAD 627 kW

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.
		AD8656-C OPC.G
AGENT / REF.		
CUSTOMER NAME / P.O. NO.		
SIGN.	RISK CATEGORY	
	0	

PLATE HEAT EXCHANGER

TL10-PFG
PED



AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

SIDE	MEDIA	F.D.C.	INLET	TEMP.	OUTLET	TEMP.	FLOW RATE	PRESSURE DROP
1	Water	2	S1	25.0 °C	S2	7.0 °C	8.3 l/s	8.763 kPa
2	Water	2	S3	6.0 °C	S4	1.0 °C	30.0 l/s	96.09 kPa

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

DIN EN 16 DN100
SHEET LINING
SS 316/316L

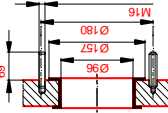


Plate Heat Exchanger



Technical Specification

Modelo : **TL10-PFG**
 Project: : **AD8656-C**
 Item : **AD8656-C_OPC.H**

Fecha : 15/11/2012

		Lado Caliente	Lado Frio
Fluido		Agua	Agua
Densidad	kg/m ³	1000	1001
Calor específico	kJ/(kg*K)	4.21	4.21
Conductividad térmica	W/(m*K)	0.584	0.581
Viscosidad entrada	cP	1.14	1.47
Viscosidad salida	cP	1.46	1.37
Volume flow rate	m ³ /h	30.0	108.0
Temperatura entrada	°C	15.0	6.0
Temperatura salida	°C	6.4	8.4
Pérdida de carga	kPa	8.88	96.3
Calor Intercambiado	kW	300.8	
L.M.T.D.	K	2.2	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	3713	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	3677	
Area Transferencia Calor	m ²	37.0	
Fouling resistance* 10000	m ² *K/W	0.026	
Margen servicio	%	1.0	
Direcciones rel. de los fluidos		Contracorriente	
Número de placas		76	
placas efectivas		74	
Número de pasos		1	1
Capacidad ampliación		13	
Material/espesor de placa		ALLOY 316 / 0.50 mm	
Material de cierre		NBRB CLIP-ON	NBRB CLIP-ON
Material conexión		Stainless steel	Stainless steel
Connection standard		DN100	DN100
Orientación conexiones		S1 -> S2	S4 <- S3
Código de recipientes a presión		PED , Category 0	
Fluid danger group		No Danger	No Danger
Has risky vapour pressure			
Rating brida		DIN PN16	
Presión diseño	bar	10.0	10.0
Presión de prueba	bar	13.0	13.0
Temperatura diseño	°C	50.0	50.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	1145 x 480 x 1923	
Volumen líquido	dm ³	47.7	49.0
Peso neto, vacío/operación	kg	762 / 859	
Packed weight(SKID LYING)	kg	800	
Volumen interno	m ³	1.8	
largo x ancho x alto	mm	2100 x 635 x 1350	

Funcionamiento condicionado a la exactitud de los datos del cliente y su capacidad para suministrar equipo

Data, specifications, and other kind of information of technological nature set out in this document and submitted by Alfa Laval to you (Proprietary Information) are intellectual property rights of Alfa Laval. The Proprietary Information shall remain the exclusive property of Alfa Laval and shall only be used for the purpose of evaluating Alfa Laval's quotation. The Proprietary Information may not, without the written consent of Alfa Laval, be used or copied, reproduced, transmitted or communicated or disclosed in any other way to a third party.

PRESSURE PLATE

(MOVABLE)

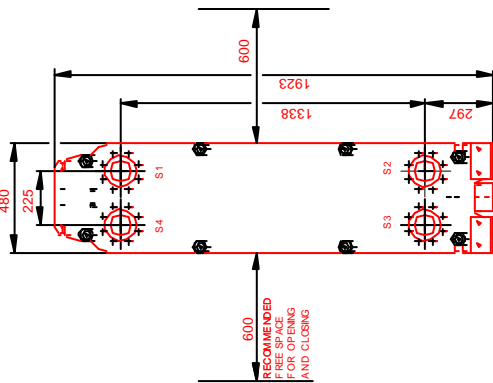
SECTION A-A

PP = 40



FRAME PLATE

(FIXED)



REMARKS:

TEST PRESSURE	13 bar	13 bar	CASKET	NBR3 CLIP-ON
DESIGN PRESSURE	10 bar	10 bar	PLATE MATERIAL	ALLOY 316
MAX TEMPERATURE	50 °C	50 °C	PLATE THICKNESS	0.50 mm
MIN TEMPERATURE	0 °C	0 °C		

WEIGHT WITH WATER 880 kg HEAT LOAD 301 kW

SUPPLIER	REF.	ITEM NO.
AGENT / REF.		AD8656-C OPC.H
CUSTOMER NAME / R.F. NO.		
SIGN.		RISK CATEGORY 0

PLATE HEAT EXCHANGER

TL10-PFG
PED

AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

TOTAL LENGTH 1145
TOTAL WIDTH 480
TOTAL HEIGHT 1923

PRESSURE DROP
8.891 kPa
96.34 kPa

FLOW RATE
8.3 l/s
30.0 l/s

TEMP.
6.2 °C
8.2 °C

OUTLET
S2
S4

TEMP.
15.0 °C
6.0 °C

INLET
S1
S3

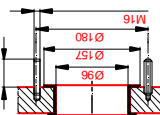
F.D.C.
2
2

MEDIA
Water
Water

SIDE
1
2

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

DIN EN 16 DN100
SHEET LINING
SS 316/316L



AD8656-C

DATE 2012-11-15

REV 0

ARTICULO: 2109

Válvula de mariposa tipo wafer.

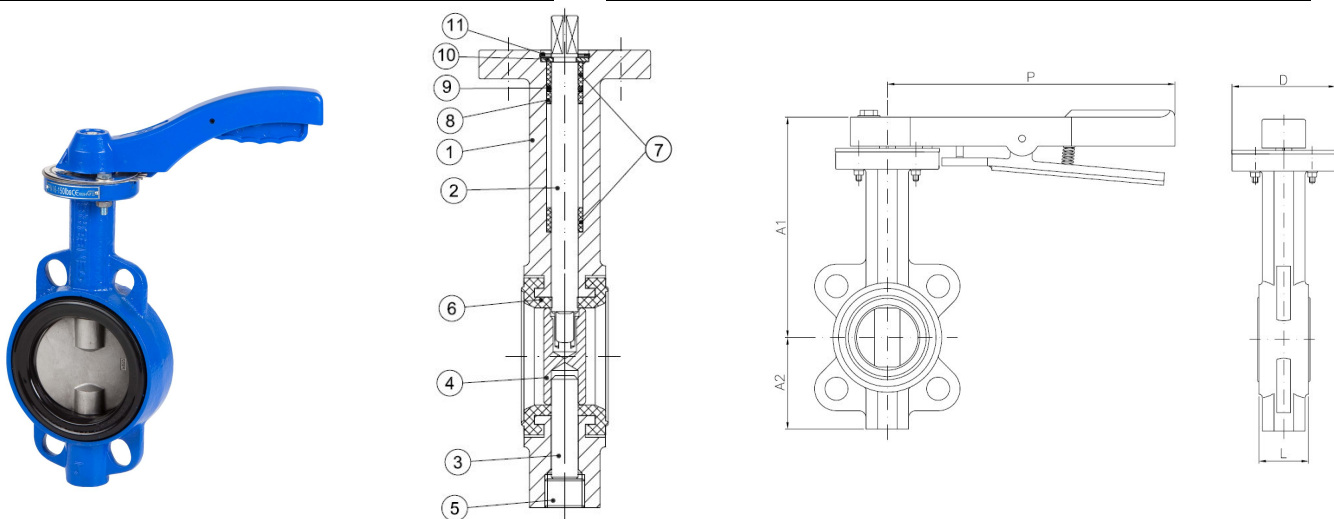
Butterfly valve wafer type.

Características

1. Válvula de mariposa tipo wafer.
2. Cuerpo de fundición GG-20 para montaje entre bridas ANSI 150 y DIN PN 10/16.
3. Elastómero de EPDM.
4. Disco de acero Inoxidable 316 (CF8M).
5. Brida montaje actuadores según ISO 5211 – DIN 3337.
6. Longitud entre caras según UNE EN 558-1 Serie 20 (DIN 3202 K1).
7. Pintado con pintura Epoxi.
8. Temperatura de trabajo -20°C +120 °C.

Features

1. Butterfly valve wafer type.
2. GG-20 Iron body allows installation in ANSI 150 and DIN PN 10/16 pipe flange.
3. EPDM body seat.
4. Butterfly made in Stainless steel 316 (CF8M).
5. Actuator mounting plate according ISO 5211 – DIN 3337.
6. Face to face according UNE EN 558-1 Serie 20 (DIN 3202 K1).
7. Epoxi painted.
8. Working Temperature -20°C + 120 °C.



Nº	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial/Surface Treatment
1	Cuerpo / Body	Fundición GG-20 / cast iron GG-20	Pintado Epoxi / Epoxi Painted
2	Eje / Stem	Acero Inox AISI 416 / SS 416	-----
3	Pivote / Pivot	Acero Inox AISI 416 / SS 416	-----
4	Disco / Disc	Acero Inox AISI 316 / SS 316	Granallado / Shot Blasting
5	Tapón / Cap	Acero Carbono / Carbon Steel	Cincado / Zinc PLated
6	Elastómero / Seat	EPDM	-----
7	Casquillo / Bush	PTFE + Grafito	-----
8	Casquillo / Bush	PTFE + Grafito	-----
9	Tórica / O' ring	NBR	-----
10	Arandela / Washer	Bronze	-----
11	Seguro / Stop Ring	Acero / Steel	-----

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida/ Size	DN	PN	L	Dimensiones/Dimensions (mm)				Peso/ Weight (kg)
					A1	A2	D	P	
2109 09	2"	50	16	43	200	75	90	216	4.10
2109 10	2 ½"	65	16	46	200	85	90	216	4.40
2109 11	3"	80	16	46	200	100	90	216	4.80
2109 12	4"	100	16	52	220	120	90	216	6.40
2109 13	5"	125	16	56	250	125	90	216	7.90
2109 14	6"	150	16	56	250	150	125	300	10.30
2109 16	8"	200	16	60	300	150	125	300	15.20
2109 18	10"	250	16	68	330	200	125	300	22.10
2109 20	12"	300	16	78	360	250	150	***	41.50
2109 22	14"	350	10	78	390	260	150	***	57.50
2109 24	16"	400	10	102	420	300	175	***	77.60
2109 26	18"	450	10	114	445	330	175	***	118.50
2109 28	20"	500	10	127	480	370	175	***	151.50

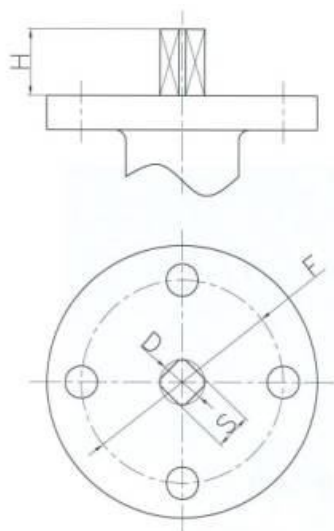
Nota : De 2" a 5" Maneta de aluminio / From 2" to 5" Aluminium handle.

De 6" a 10" Maneta de fundición de hierro / From 6" to 10" cast iron handle.

***** Nota: A partir de 12" (DN 300) operación mediante reductor manual / From 12" included, handling by gear operator.**



Dimensiones de brida superior / Top flange dimensions:



Top flange dimensions						
Art	DN	F (ISO 5211)	S mm	D mm	H mm	Torque / par N.m
2109 09	50	F07	11	14	30	12
2109 10	65	F07	11	14	30	20
2109 11	80	F07	11	14	30	27
2109 12	100	F07	14	18	30	39
2109 13	125	F07	14	18	30	58
2109 14	150	F07-F10	17	22	30	90
2109 16	200	F07-F10	17	22	30	120
2109 18	250	F10	22	28	40	180
2109 20	300	F10-F12	22	28	40	340
2109 22	350	F12	22	28	45	640
2109 24	400	F14	27	36	45	805
2109 26	450	F14	27	36	45	1100
2109 28	500	F14	36	48	45	1500

Perdidas de Carga (Cv) según posición del disco / Head losses according disc position:

DN	Posición del Disco (grados) / Disc Position (degrees)								
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
50	144	114	84	61	43	27	16	7	1
65	282	223	163	107	67	43	24	11	1.5
80	461	364	267	154	96	61	35	15	2
100	841	701	496	274	171	109	62	27	3
125	1376	1146	775	428	268	170	98	43	5
150	1850	1542	1025	567	354	225	129	56	6
200	3316	2842	1862	1081	680	421	241	102	12
250	5430	4525	2948	1710	1076	667	382	162	19
300	8077	6731	4393	2563	1594	1005	555	235	27
350	10538	8874	5939	3384	2149	1320	756	299	34
400	13966	11761	7867	4483	2847	1749	1001	397	45
450	17214	14496	10065	5736	3643	2237	1281	507	58
500	22339	18812	12535	7144	4536	2786	1595	632	72

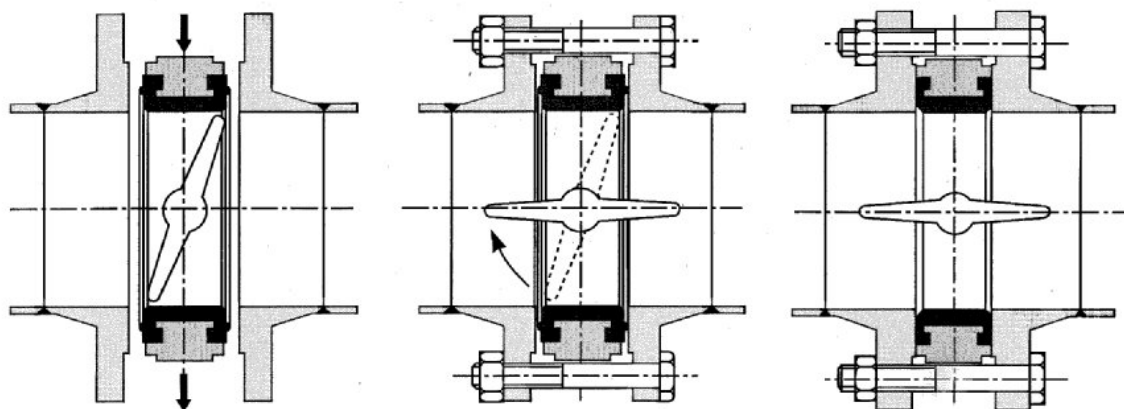
VALORES DE Cv / Cv VALUES

Cv = Es la cantidad de galones por minuto (gpm) que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 psi.

Cv = The rate of flow of water in g.p.m. that will generate a pressure drop of 1 psi across the valve

Medidas de Precaución para instalación / Precautions measures for Installation:

1. No instale la válvula en posición totalmente cerrada / *Do not assemble the butterfly valve in total closed position.*
2. Verifique el buen paralelismo de las bridas / *Check the good parallelism of the flanges.*
3. No coloque otras juntas entre las bridas / *Do not insert others gasket between flange and valve.*



ARTICULO: 2401

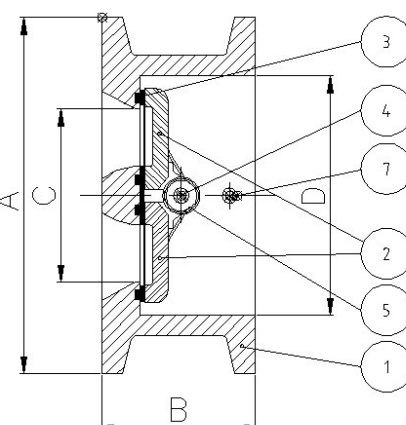
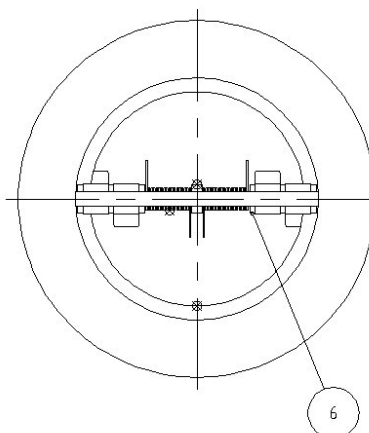
Válvula de Retención tipo wafer de doble disco. Check Valve (double disk) wafer type.

Características

1. Válvula de retención doble disco tipo wafer.
2. Construcción en Fundición GG-25.
3. Disco en Acero Inoxidable CF8M.
4. Eje y resorte en Acero Inoxidable AISI 316.
5. Asiento Nitrilo (NBR) vulcanizado en ranura.
6. Montaje entre bridas DIN PN-10/16 y ANSI 150 lbs.
7. Instalación Horizontal , Vertical o Inclinada.
8. Longitud entre caras según EN 558-1.
9. Presión de trabajo máxima 16 Kg / cm².
10. Temperatura de Trabajo máxima 100 °C.

Features

1. Wafer check valve (double disk).
2. Made of Cast Iron GG-25.
3. Disk made of CF8M.
4. Axle and spring made of AISI 316.
5. Seat of NBR vulcanised in groove.
6. Assembly between flanges DIN PN-10/16 and ANSI 150 lbs.
7. Installed with vertical , horizontal or inclined flow.
8. Face to Face according EN 558-1.
9. Max. Working pressure 16 Kg / cm².
10. Max. Working temperature 100 °C.



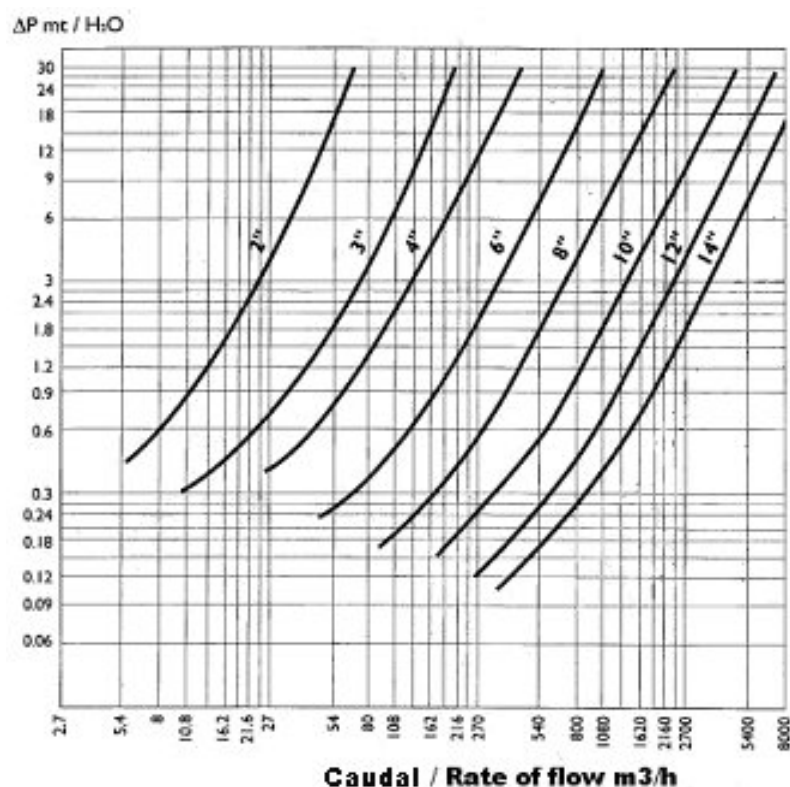
Nº	Denominación/Name	Material	Acabado Superficial/Surface Treatment
1	Cuerpo / Body	Hierro Fundido GG-25 / Cast Iron GG-25	Pintura Epoxi / Epoxi Painted
2	Disco / Disk	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----
3	Asiento / Seat	NBR	-----
4	Eje / Axle	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----
5	Resorte / Spring	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----
6	Arandela / Washer	Teflón / PTFE	-----
7	Tope Disco / Disk Stopper	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS





Ref	Medida/Size	DN	PN	Dimensiones/Dimensions (mm)				Peso/Weight (Kg)
				A	B	C	D	
2401 09	2 "	50	16	101	54	44	66	1.850
2401 10	2 1/2 "	65	16	120	54	54	78	2.450
2401 11	3 "	80	16	133	57	68	89	3.100
2401 12	4 "	100	16	164	64	86	117	4.650
2401 13	5 "	125	16	194	70	108	141	6.900
2401 14	6 "	150	16	220	76	132	168	9.100
2401 16	8 "	200	16	275	95	180	210	14.500
2401 18	10 "	250	16	330	108	224	265	24.650
2401 20	12 "	300	16	380	143	262	311	39.950

DIAGRAMA DE PERDIDAS DE CARGA / HEAD LOSSES DIAGRAM

(H₂O – 20 °C Flujo Horizontal / Horizontal flow).



MÍNIMA PRESION DE APERTURA / MINIMUM OPENING PRESSURE

FLUJO / FLOW	Aplicación Application	Presion Pressure	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
	con muelle / with spring	mbar	22,8	22,8	22,8	24	24,5	24,7	25,4	26,6	27,3
	con muelle / with spring	mbar	22,4	22,4	22,4	23,5	24	24,1	24,7	25,8	26,4
	con muelle / with spring	mbar	22	22	22	23	23,5	23,5	24	25	25,5
	sin muelle / without spring	mbar	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

ARTICULO: 2541

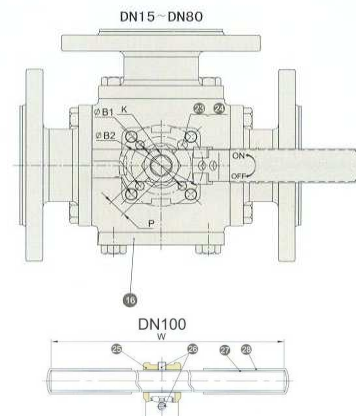
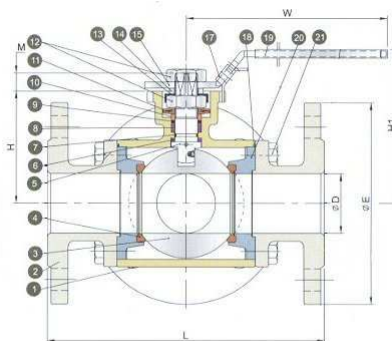
Válvula de esfera de tres vías Tipo "T", extremos bridados. Flange Ends Three Way ball valve, Type "T".

Características

1. Válvula esfera tres vías paso total.
2. Configuración de Esfera en " T ".
3. Extremos Bridados según DIN 2501.
PN – 40 desde DN 25 hasta DN 50.
PN – 16 desde DN 65 hasta DN 100.
4. Construcción en Inox AISI 316 (CF8M).
5. Norma de diseño DIN 3357 / EN 12516-1.
6. Cuatro asientos PTFE + 15 % Fibra de Vidrio.
7. Tórica de Vitón en el eje.
8. Dispositivo Anti-estático.
9. Sistema de bloqueo.
10. Montaje actuador directo s/ ISO 5211.
11. Eje inextensible.
12. Presión de trabajo máxima 16/40 Kg/cm2 según medida.
13. Temperatura de trabajo -25 °C + 180 °C.

Features

1. Stainless steel full port ball valve.
2. "T" Ball configuration.
3. Flanges ends according to DIN 2501.
PN – 40 from DN 25 to DN 50.
PN - 16 from DN 65 to DN 100.
4. Made of AISI 316 (CF8M).
5. Desing according to DIN 3357 / EN 12516-1.
6. Four Ball seats PTFE + 15 % G.F.
7. Viton o'ring stem .
8. Anti-static device .
9. Locking system.
10. Direct mounting actuator according ISO 5211.
11. Blow-out proof stem.
12. Max.. Working pressure 16 / 40 Kg/cm2 according to size.
13. Working Temperature -25 °C + 180 °C.



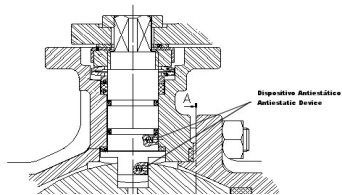
Nº	Denominación/Name	Material	Acabado Superficial/Surface Treatment
1	Cuerpo / Body	Acero Inox AISI 316 / SS 316	Granallado / Shot blasting + Pickling
2	Tapa / Cap	Acero Inox AISI 316 / SS 316	Granallado / Shot blasting + Pickling
3	Bola / Ball	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----
4	Asiento / Seat ball	PTFE + 15% FV / PTFE + 15% GF	-----
5	Eje / Stem	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----
6	Anillo Fricción / Stem seal-ring	PTFE	-----
7	Tórica / O' ring	Viton	-----
8	Anillo Prensa / Stem packing	PTFE	-----
9	Guarnición / Bushing	Inox. + PTFE / S.S. + PTFE	-----
10	Anillo Prensa / Stem ring	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----

Nº	Denominación/Name	Material	Acabado Superficial/Surface Treatment
11	Arandela Resorte / Spring Washer	Acero Inox AISI 301 / SS 301	-----
12	Tuerca vástago / Stem Nut	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
13	Antigiro / Stopper	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
14	Arandela / Washer	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
15	Maneta / Handle	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
16	Tapa ciega / End Cap	Acero Inox AISI 316 / SS 316	Granallado / Shot blasting +Pickling
17	Bloqueo maneta / Lock device	Acero Inox AISI 304 / SS 304	-----
18	Junta / Gasket	Teflón / PTFE	-----
19	Funda / Handle Sleeve	Vynil	-----
20	Buje de Asiento / Seat Retainer	Acero Inox AISI 316 / SS 316	-----
21	Tornillo / Bolt	ASTM A 193 - B8	-----
23	Tornillo Tope / Stop Bolt	ASTM A 193 - B8	-----
24	Tuerca / Nut	ASTM A 193 - B8	-----
25	Adaptador para Maneta / Handle Adapter (4")	Acero Inox AISI 316 / SS 316	Granallado / Shot blasting +Pickling
26	Tornillo / Bolt	ASTM A 193 - B8	-----
27	Maneta / Handle	ASTM A 53	Cincado / Zn Plate.
28	Funda / Handle Sleeve	Vynil	-----

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

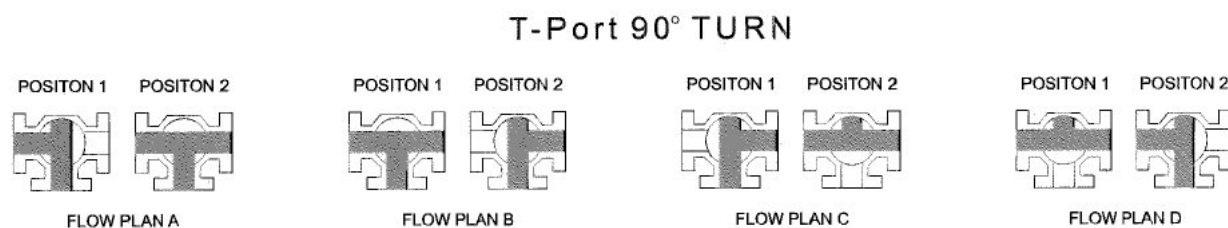
Ref	Medida/ Size	PN	ØD	Dimensiones/Dimensions (mm)							ISO 5211 (ØB1/B2)	Peso / Weight (Kg)
2541 06	1"	40	25	180	115	70	104	175	11	11	F04/F05	7,80
2541 07	1 ¼"	40	32	190	140	77.5	111	175	11	11	F04/F07	11,60
2541 08	1 ½"	40	38	212	150	86.5	120	200	14	14	F05/F07	14,70
2541 09	2"	40	49	230	165	92	126	200	14	14	F05/F07	19,70
2541 10	2 ½"	16	63	290	185	107	155	265	17	17	F07/F10	29,70
2541 11	3"	16	75	310	200	119	167	265	17	18	F07/F10	42,00
2541 12	4"	16	99	350	220	150	214	400	22	22	F10	60,30

Dispositivo Antiestático / Antistatic Device.

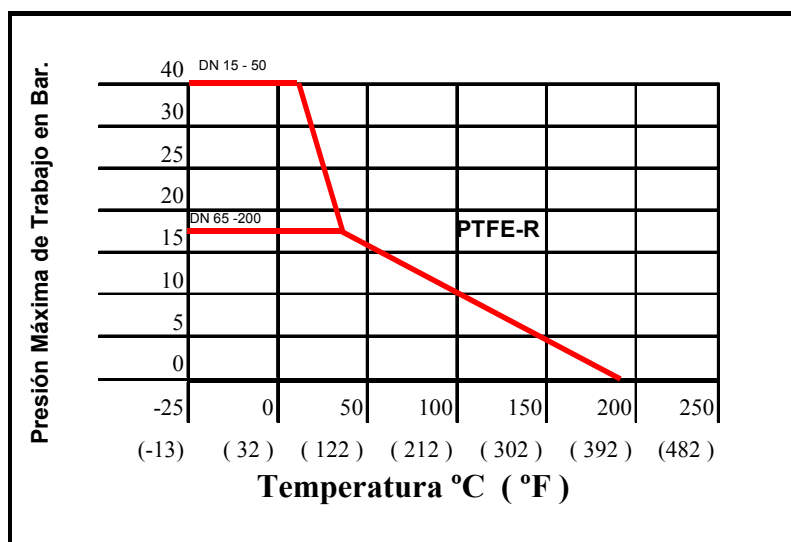


Este dispositivo nos garantiza la continuidad eléctrica entre esfera - eje - cuerpo, esto es de especial necesidad en fluidos inflamables. / *This device guarantees us the electric continuity between Ball - Stem - Body, this is of special necessity in inflammable fluids.*

Configuraciones de flujo para válvula de tres vías “T – PORT “ giro 90°/ *Flow Patterns for “T-PORT “ 3 way valves 90° turn.*



CURVA PRESION TEMPERATURA / PRESSURE TEMPERATURE RATING



ARTICULO: 2831

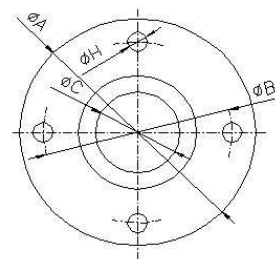
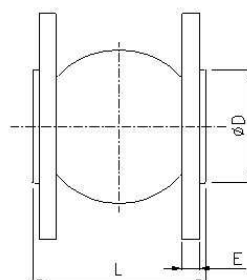
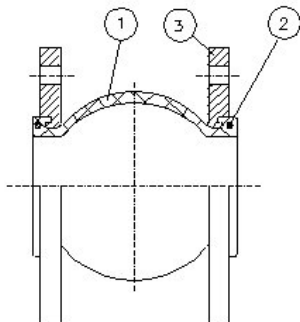
Junta de expansión de EPDM extremos Bridados DIN. Rubber Expansion Joint, DIN Flanges ends.

Características

1. Junta de expansión.
2. Cuerpo de EPDM, Extremos acero carbono.
3. Extremos bridados según DIN 2501 PN 10.
4. Presión de trabajo máxima 10 Kg / cm².
5. Temperatura de Trabajo – 10 °C + 105 °C.

Features

1. Expansion Joint.
2. Body made of EPDM, Ends of carbon steel..
3. Flanges ends according DIN 2501 PN 10.
4. Max. Working pressure 10 Kg / cm².
5. Working temperature – 10 °C + 105 °C.



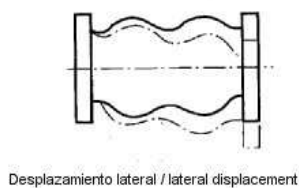
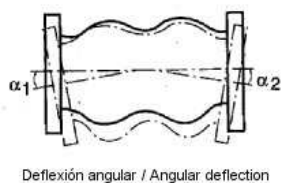
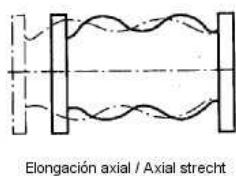
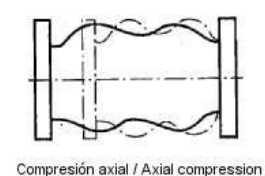
Nº	Denominación/Name	Material	Acabado Superficial/Surface Treatment
1	Cuerpo / Body	EPDM	-----
2	Aro / Ring	Acero Carbono / Carbon steel	Cincado / Zinc plated.
3	Brida / Flange	Acero Carbono / Carbon steel	Cincado / Zinc plated.

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida/ Size	DN	PN	Dimensiones/Dimensions (mm)							Peso/Weight (Kg)
				ØA	ØB	ØC	ØD	n x ØH	L	E	
2831 07	1 1/4"	32	10	140	100	40	69	4 x 18	95	16	3.10
2831 08	1 1/2"	40	10	150	110	40	69	4 x 18	95	16	3.80
2831 09	2"	50	10	165	125	52	86	4 x 18	105	18	4.25
2831 10	2 1/2"	65	10	185	145	68	106	4 x 18	115	18	5.80
2831 11	3"	80	10	200	160	76	116	4 x 18	130	20	6.00
2831 12	4"	100	10	220	180	103	150	8 x 18	135	20	6.75
2831 13	5"	125	10	250	210	128	180	8 x 18	160	22	9.50
2831 14	6"	150	10	285	240	152	209	8 x 23	185	22	12.85

Ref	Medida/ Size	DN	PN	Dimensiones/Dimensions (mm)							Peso/Weight (g)
				ØA	ØB	ØC	ØD	n x ØH	L	E	
2831 16	8"	200	10	340	295	194	260	8 x 23	200	24	16.85
2831 18	10"	250	10	395	350	250	320	12x23	240	26	23.70
2831 20	12"	300	10	445	400	300	367	12x23	260	26	29.65
2831 22	14"	350	10	505	460	320	408	16x23	255	28	39.70
2831 24	16"	400	10	565	515	372	472	16x28	255	32	51.30
2831 26	18"	450	10	615	565	415	522	20x28	255	36	72.40
2831 28	20"	500	10	670	620	454	570	20x28	255	38	88.65

Diagrama de desplazamientos / Diagram of Displacement



Ref	Compresión axial / Axial compression	Elongación axial / Axial stretch	Deflexión angular / Angular deflection	Despl. Lateral / Lateral disp.
	mm.	mm.	$\alpha 1 + \alpha 2$	mm.
2831 07	20	12	15°	14
2831 08	20	12	15°	14
2831 09	20	12	15°	14
2831 10	20	12	15°	14
2831 11	20	12	15°	14
2831 12	20	12	15°	14
2831 13	20	12	15°	14
2831 14	20	12	15°	14
2831 16	20	12	15°	14
2831 18	20	12	15°	14
2831 20	25	16	15°	22
2831 22	25	16	15°	22
2831 24	25	16	15°	22
2831 26	25	16	15°	22
2831 28	25	16	15°	22

ARTICULO: 5803 – 5803L

Actuador Eléctrico Reversible GE Multivoltage GE Multivoltage Reversible Electric Actuator

Características	Features
<p>Diseñados para aplicaciones de ¼" de vuelta (90º) y reversibles, ideales para la automatización de válvulas de bola y mariposas.</p> <p>Existen 6 tamaños distintos de acuerdo al par de maniobra: 20, 35, 55, 85, 140 y 300 Nm.</p> <p>Existen 2 modelos distintos de acuerdo a la alimentación eléctrica: Serie " L " : de 12 a 24 V AC o DC Serie " H " : de 85 a 240 V AC o DC</p> <p>VENTAJAS: Resistente a la corrosión Fijación ISO 5211 Protección IP-65 Mando manual de emergencia Indicador óptico de posición Motorización 2, 3 y 4 vías 2 contactos adicionales de final de carrera. Control térmico de la temperatura: Calefactor de 4 W para el mantenimiento de la temperatura interior entre 20º y 30º C y evitar daños por condensación. Control electrónico de par: Cuando el par excede el máximo permitido el sistema suspende la alimentación eléctrica al motor para prevenir daños posibles. LED indicador de funcionamiento (solo en modelo Type J3)</p>	<p>Designed for applications of ¼" turn (90º) and reversible, ideal for the electric automation of ball valves and butterfly valves.</p> <p>There are 6 different sizes according to operational torques: 20, 35, 55, 85, 140 and 300 Nm.</p> <p>There are 2 different models according to the currents range: Serie " L " : de 12 a 24 V AC o DC Serie " H " : de 85 a 240 V AC o DC</p> <p>ADVANTAGES: Resistant to the corrosion Fixation ISO 5211 Protection IP-65 I send emergency manual Optic indicator of position Motorization 2, 3 and 4 roads 2 additional contacts of final of career. Automatic temperature control: An internal 4 W thermostatically controlled heater maintains the internal temperature between 20º and 30º C eliminating the damage by condensation. Electronic torque limiter: Should the maximum torque be exceded the system cuts the power to the motor to prevent damage to the actuator. LED visual control of operation (Only in J3 Type)</p>



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - TECHNICAL CHARACTERISTICS

DESCRIPCION / DESCRIPTION	UNID. / UNITS	MODELOS - MODELS					
		GE-0 (type J3)	GE-05 (type J3)	GE-1 (type J3)	GE-15 (type J3)	GE-2 (type J2)	GE-2+ (type J2)
TIEMPO MANIOBRA EN VACIO (90°) + / - 10 % OPERATION TIME NO LOAD (90°) + / - 10%	Seg./ Sec.	S "L": 12 S "H": 11	S "L": 12 S "H": 11	S "L": 16 S "H": 14	S "L": 35 S "H": 30	33	60
PAR MANIOBRA EN OPERACIÓN OPERATING TORQUE	Nm	20	35	55	85	140	300
PAR MÁXIMO ARRANQUE MAXIMUM TORQUE BREAK	Nm	25	38	60	90	170	350
TIEMPO BAJO TENSIÓN DUTY RATING	%	75					
PROTECCIÓN IEC 60529 IP RATING IEC 60529	---	IP-65					
ÁNGULO MANIOBRA WORKING ANGLE	° (grados)	90° (Opcion 180° - 270°)					
TEMPERATURA DE TRABAJO WORKING TEMPERATURE	°C	-20° +70°					
INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA LIMIT SWITCH	---	4 SPDT micro					
RESISTENCIA CALEFACTORA ANTI-CONDENSATION HEATER	W	4					
CONECTORES PLUGS	---	DIN 43650 ISO 4400 & C192					
PESO WEIGHT	Kg	1,5	1,8	2	2	5,2	5,2
VOLTAJE VOLTAGE	V	SERIE "L" 12 a 24 AC / DC SERIE "H" 80 a 240 AC / DC 50 / 60 Hz					

DESCRIPCION / DESCRIPTION	UNID. / UNITS	MODELOS – MODELS						
		Corriente / Current	GE-0 (type J3)	GE-05 (type J3)	GE-1 (type J3)	GE-15 (type J3)	GE-2 (type J2)	GE-2+ (type J2)
CONSUMO A PAR MÁXIMO <i>CONSUMPTION AT MAXIMUM TORQUE</i> (+ / - 5 %)	mA / W	12 VAC	1800 / 21,6	2600 / 31,2	2980 / 35,7	2600 / 31,2	*****	*****
		12 VDC	2050 / 24,6	2900 / 34,8	3080 / 36,9	2100 / 25,2	*****	*****
		24 VAC	850 / 20,4	1100 / 26,4	1200 / 28,8	900 / 21,6	3600 / 86,4	3600 / 86,4
		24 VDC	1000 / 24	1350 / 32,4	1400 / 33,6	1200 / 28,8	3000 / 72,0	3000 / 72,0
		48 VAC	*****	*****	*****	*****	1300 / 62,4	1300 / 62,4
		48 VDC	*****	*****	*****	*****	1000 / 48,0	1000 / 48,0
		110 VAC	170 / 18,7	230 / 23,3	240 / 26,4	220 / 24,2	700 / 77,0	700 / 77,0
		110 VDC	210 / 23,1	240 / 26,4	260 / 28,6	170 / 18,7	*****	*****
		220 VAC	90 / 19,8	120 / 26,4	110 / 24,2	90 / 19,8	230 / 50,6	230 / 50,6
		220 VDC	110 / 24,2	130 / 28,6	130 / 28,6	100 / 22,0	*****	*****

Materiales Constructivos

Tapa :	Poliamida A6
Carter:	Poliamida A6
Levas internas:	Poliamida A6
Ejes principales externos:	Acero Inox.
Engranajes:	Acero – Poliamida
Indicador de posición:	Poliamida + fibra de vidrio
Tortillería exterior :	Acero Inoxidable

Materials of Construction

Cover :	Polyamide A6
Body :	Polyamide A6
Internal cams:	Polyamide A6
Main externals shaft:	S. Steel
Gears :	Steel and – Polyamide
Position indicator:	Glass filled +Polyamide
Fastening :	Stainless Steel

Opcionales

- Bloque de Seguridad BSR (retorno por batería).
- Sistema de Posicionador Digital DPS 2000 para 4÷ 20 mA o 0÷ 10 V.
- Posibilidad de regulación: 180° y 270°.

Options

- Safety block BSR (battery back).
- Digital Positioning System DPS 2000 for 4÷ 20 mA o 0÷ 10 V.
- Possibility of regulation: 180° and 270°.

Fijaciones / Couplings		
MODELOS	ISO 5211	DIN 3337
GE - 0	F -03 / 04 / 05	Doble cuadrado / Double Square 14 mm
GE - 05	F -03 / 04 / 05	Doble cuadrado / Double Square 14 mm
GE - 1	F- 05 / 07	Doble cuadrado / Double Square 17 mm
GE - 15	F- 05 / 07	Doble cuadrado / Double Square 17 mm
GE - 2	F- 07 / 10	Doble cuadrado / Double Square 22 mm
GE - 2+	F- 07 / 10	Doble cuadrado / Double Square 22 mm

LED Indicador de Funcionamiento / LED visual control of operation

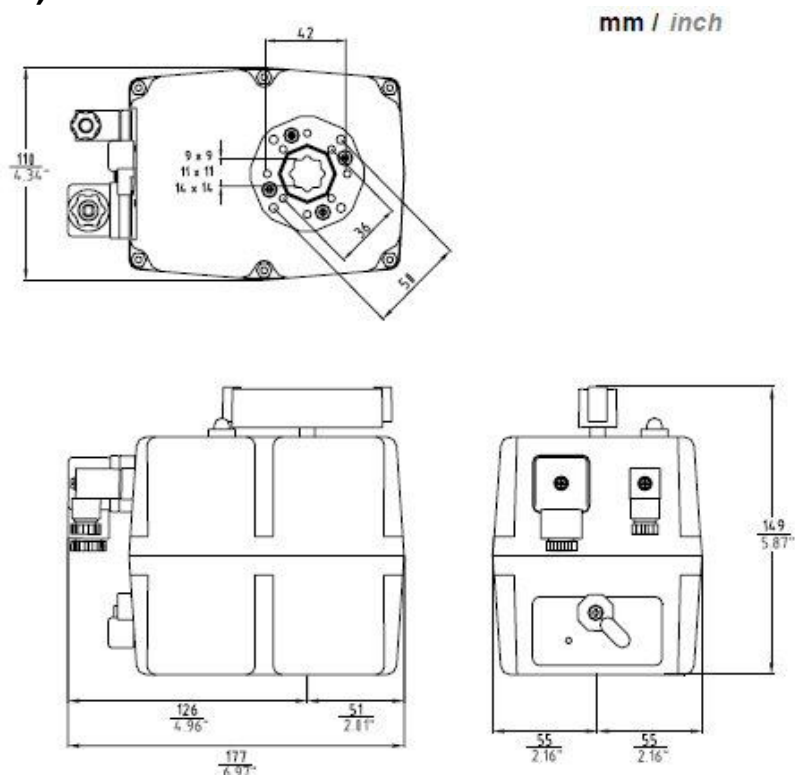
(Solo en Type J3 / Only in J3 Type)

Características	Features
<p>Es un sistema de comunicación entre el actuador y el usuario. Según el tipo de luminica nos informa del estado de funcionamiento del actuador:</p> <p>La configuración es una secuencia repetitiva que consta de 4 columnas de 4 dígitos.</p> <p>Configuración: 1 LED encendido 0 LED apagado</p> <p>Tiempo de 200 mSeg. Por cada dígito de la configuración.</p>	<p>The LED status light provides visual communication between the actuator and the user. According to the type of light informs us of the state of operation of the actuator: The configuration is a repetitive sequence of 4 columns of 4 digits.</p> <p>Configuration: 1 LED on. 0 LED off.</p> <p>Time: 200 mSec. for each digit of the configuration.</p>

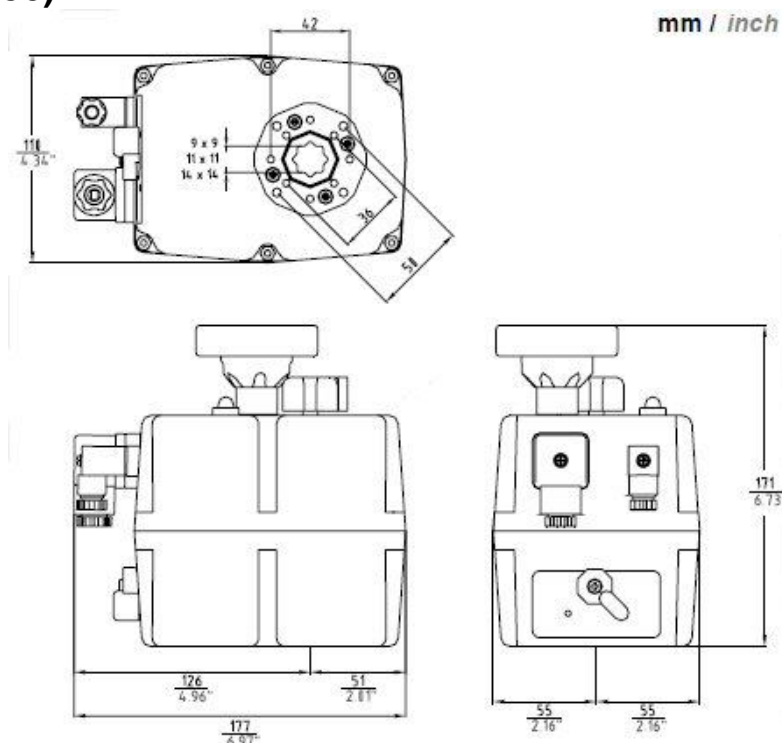
Intermitencias LED / LED Status		
Estado / Status	Tiempo / Time	Configuración / Configuration
Actuador sin alimentación / <i>Actuator without power</i>	100 %	0000 0000 0000 0000
Actuador con alimentación / <i>Actuator with power</i>	100 %	1111 1111 1111 1111
Actuador limitado por par / <i>Actuator with torque limiter activated</i>	200 mSeg.	1010 1010 1010 1010
Mando manual accionado / <i>Manual mode Off</i>	200 mSeg.	1110 1111 1111 1110

Dimensiones Generales / General Dimensions

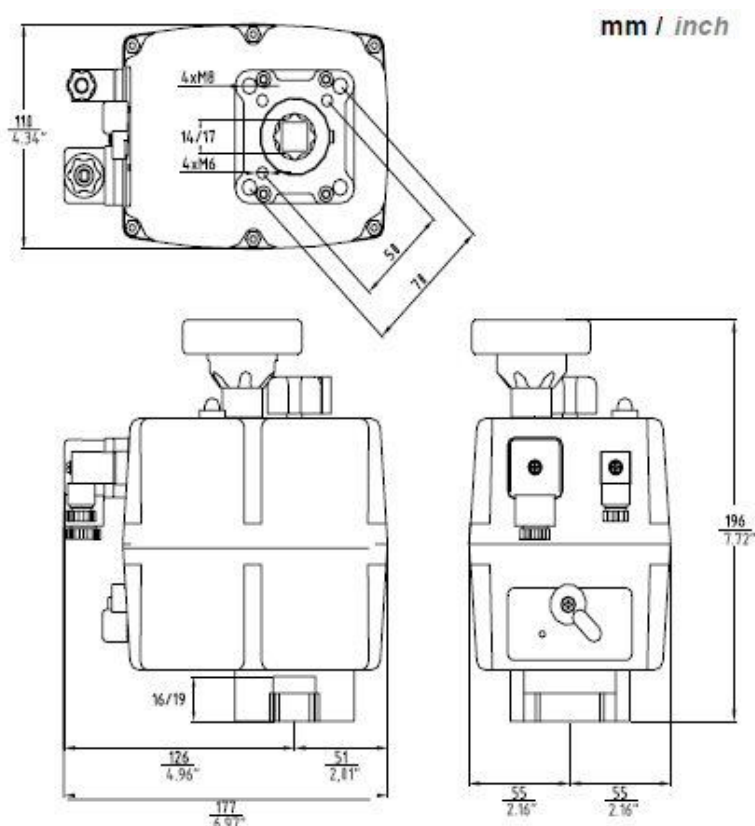
GE – 0 (Type J3)



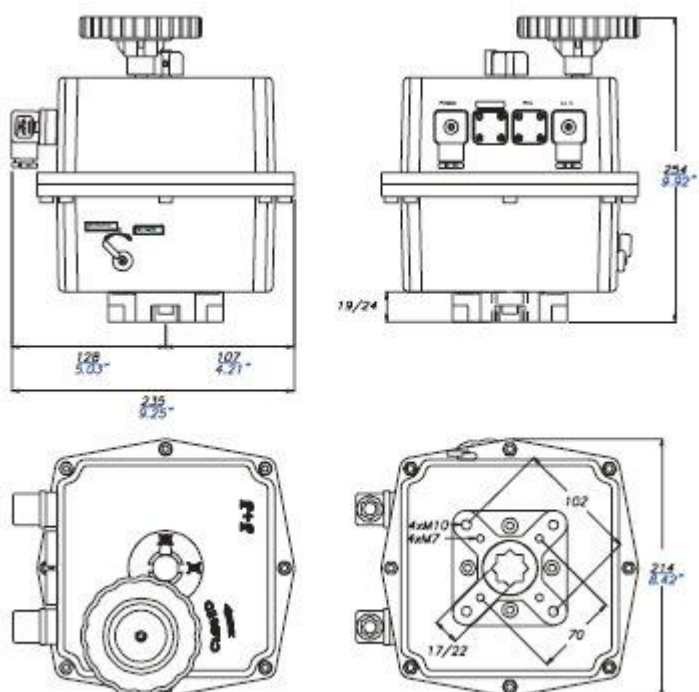
GE – 05 (Type J3)



GE – 1 / GE – 15 (Type J3)



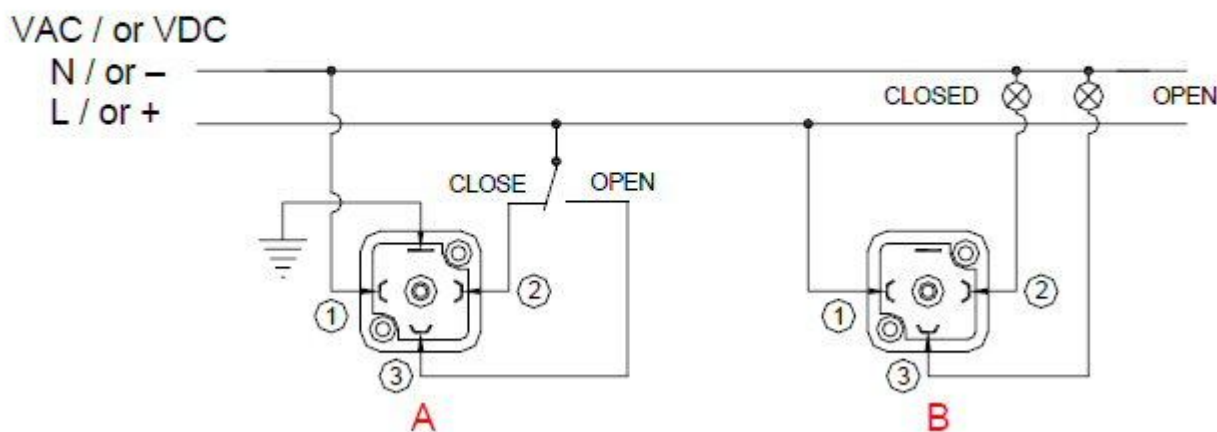
GE – 2 / GE – 2+ (Type J2)



Esquema Externo de Conexiones / External Electric Wiring

ABRE – CIERRA / ON - OFF

H 85 – 240 VAC / VDC 50/60 Hz (3WIRES)
L 12 – 24 VAC / VDC (3WIRES)



Conector **A** (Color Gris) / **A** Plug (Grey Color) = Alimentación Eléctrica / Power Supply

A: VAC 3 cables / VAC 3 wires

PIN 1 = Neutro / Neutral + PIN 2 = Fase / Phase = Cierra / Close

PIN 1 = Neutro / Neutral + PIN 3 = Fase / Phase = Abre / Open

A: VDC 3 cables / VDC 3 wires

PIN 1 = (-) Negativo / Negative + PIN 2 = (+) Positivo / Positive = Cierra / Close

PIN 1 = (-) Negativo / Negative + PIN 3 = (+) Positivo / Positive = Abre / Open

Conector **B** (Color Negro) / **B** Plug (Black Color) = Contactos Auxiliares / Volt free Contacts

B: PIN 1 / PIN 2 = Cerrado / Closed

PIN 1 / PIN 3 = Abierto / Open

ARTICULO: 5810 00

Posicionador Digital para Actuador Eléctrico (GE Type J3) **Digital Positioning System to Electrical Actuator (GE J3 Type)**

ESPECIFICACIONES

El Posicionador Digital es un accesorio para los actuadores eléctricos que convierte a los mismos en un posicionador de válvulas servo controlado.

El Posicionador digital es un módulo que incorpora un microprocesador (CPU) el cual controla digitalmente la entrada y salida de señal analógica y compara ambas con la posición del actuador para establecer una relación uniforme.

Las entradas analógicas son enviadas a la CPU donde son procesadas en continua comparación con la posición del actuador lo que permite obtener un muy alto grado de sensibilidad y una muy alta repetitividad de posición (ver características).

El posicionador digital en comunicación con el sistema electrónico del actuador provee un control integral del movimiento del actuador.

La entrada de consigna de posición es convertida a un valor numérico digital y comparado continuamente con la posición de un potenciómetro acoplado mecánicamente al eje de la válvula.

El programa contenido en el microchip, efectúa los cálculos necesarios para determinar el sentido en el cual deberá girar el motor para que la posición del potenciómetro y por tanto de la válvula corresponda a la requerida por la señal de consigna. Una vez el valor de consigna corresponde con la posición, mantiene el motor parado entretanto no vuelva a variar el valor de la señal de entrada de consigna.

SPECIFICATIONS

The Digital Positioner is a fitting the electric actuator to convert the actuator in a self-control valve positioner.

The Digital Positioner is a modulus with a microprocessor (CPU) which manages digitally the analogical input and output and compare them with the position of the actuator to establish an uniform relation.

The analogical inputs are sent to CPU where they are processed for his continuous comparison with the position of the actuator, this allows to obtain a very high sensitivity next to a very high repetitivity of the position (see characteristics).

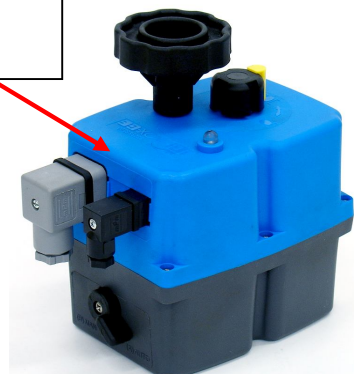
The Digital Positioner in communication with the electronic system of the actuator provides an integral management of the motion on the actuator.

Sign position input is converted to a digital numerical value and is continuously compared with the position of potentiometer which is mechanically fitted to the valve shaft.

The programme in the microchip makes all the necessary calculations to determine which way the motor should turn so that the potentiometer position and the valve corresponds to the position, it keeps the motor in stopped position until it receives an input signal.



Posicionador dentro
Positioner Inside



Características Generales / General Features

Señal de Entrada / <i>Input Signal</i>	4 – 20 mA / 0 – 10 V
Señal de Salida / <i>Output Signal</i>	4 – 20 mA / 0 – 10 V
Precisión / <i>Precision</i>	Mejor que 1% <i>Better than 1%</i>
Ajustes / <i>Settings</i>	Max. – Min.
Linealidad / <i>Lineality</i>	Mejor que 1% <i>Better than 1%</i>
Histéresis / <i>Hysteresis</i>	Mejor que 1% <i>Better than 1%</i>
Resolución mínima / <i>Minimum Resolution</i>	Mejor que 1% <i>Better than 1%</i>

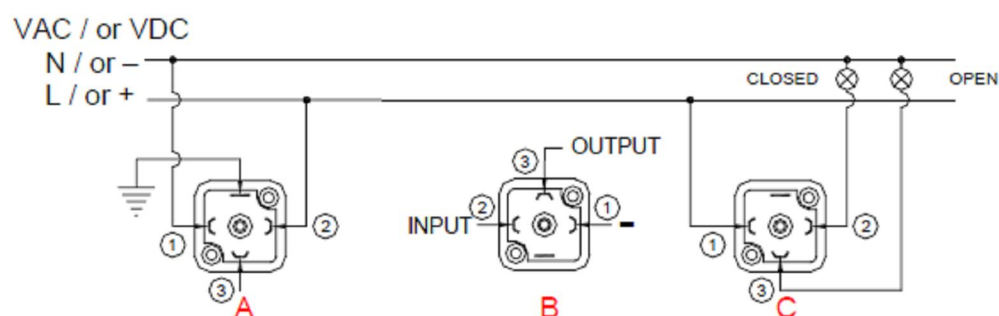
CARACTERÍSTICAS	FEATURES
<ul style="list-style-type: none"> Reset Automático Ajuste Automático Posibilidad de Regulación para 90° - 180° y 270° actuando solo el ajuste. 	<ul style="list-style-type: none"> Automatic Reset Automatic Setup Possibility of using for regulations 90° - 180° y 270° acted on the Setup only.

EXTERNAL ELECTRIC WIRING / ESQUEMA EXTERNO DE CONEXIONES

POSITIONER / POSICIONADOR

J3 H POS. 85 – 240 VAC / VDC 50/60 Hz (2WIRES)

J3 L POS. 12 – 24 VAC / VDC (2WIRES)



A = Power supply plug / Alimentación eléctrica

A: VAC 2 WIRES (Grey plug) / VAC 2 CABLES (Conector gris)

PIN 1 = Neutral + PIN 2 = Phase = **Power supply plug / Alimentación eléctrica**

A: VDC 2 WIRES (Grey plug) / VDC 2 CABLES (Conector gris)

PIN1=(-)Negative+PIN 2=(+)Positive=**Power supply plug/Alimentación eléctrica**

B = Signal instrumentation / Señal de instrumentación

B: Input signal : 4/20mA or 0/10V / Señal de entrada: 4/20mA or 0/10V

Output signal : 4/20mA or 0/10V / Señal de salida: 4/20mA or 0/10V

PIN 1 = (-)Negative + PIN 2 = (+) Positive = **Input signal / señal de entrada**

PIN 1 = (-)Negative + PIN 3 = (+) Positive = **Output signal / señal de salida**

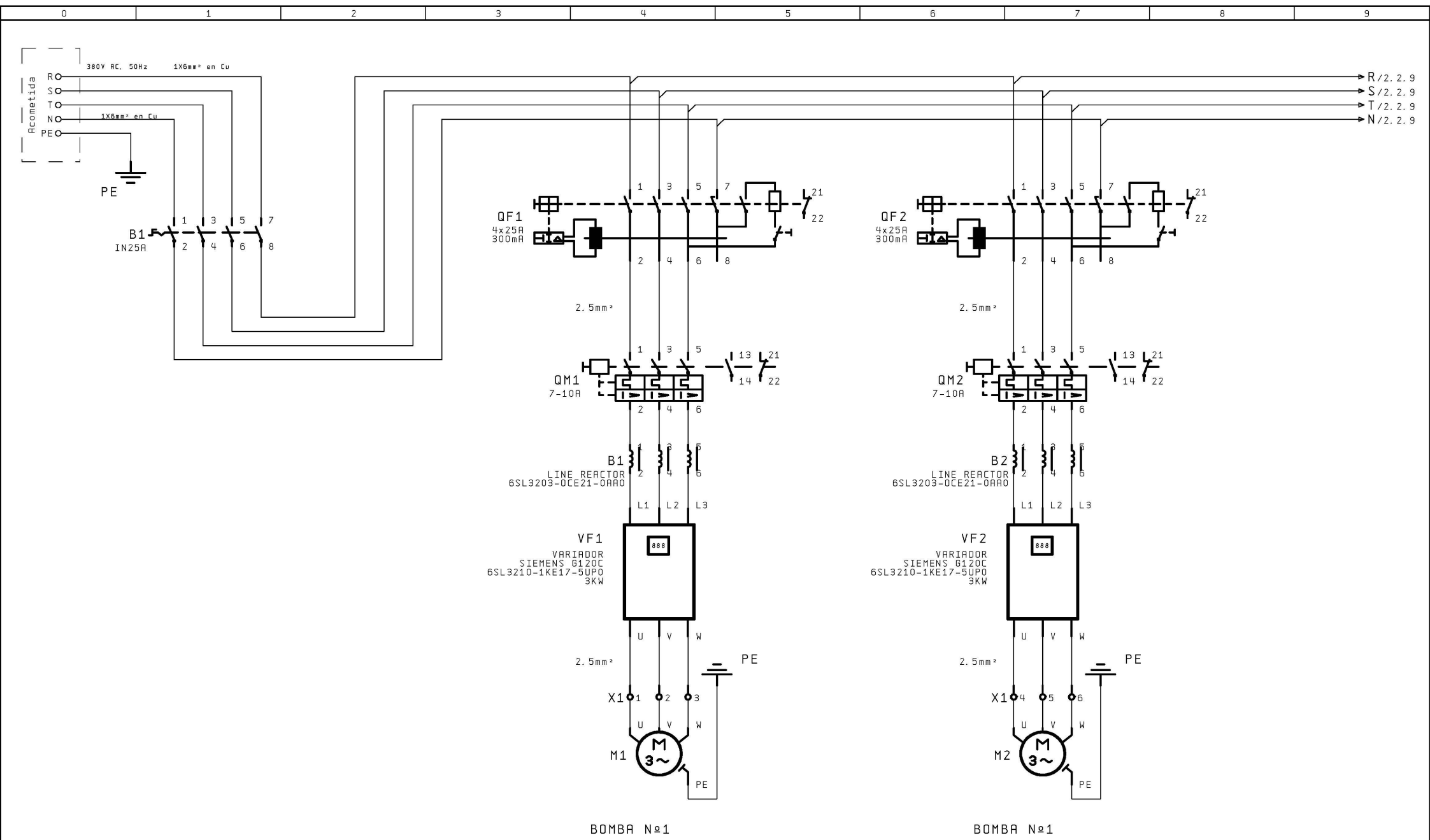
C = Volt free contacts plug / Contactos auxiliares

C: PIN 1 / PIN 2 = Closed / Cerrado

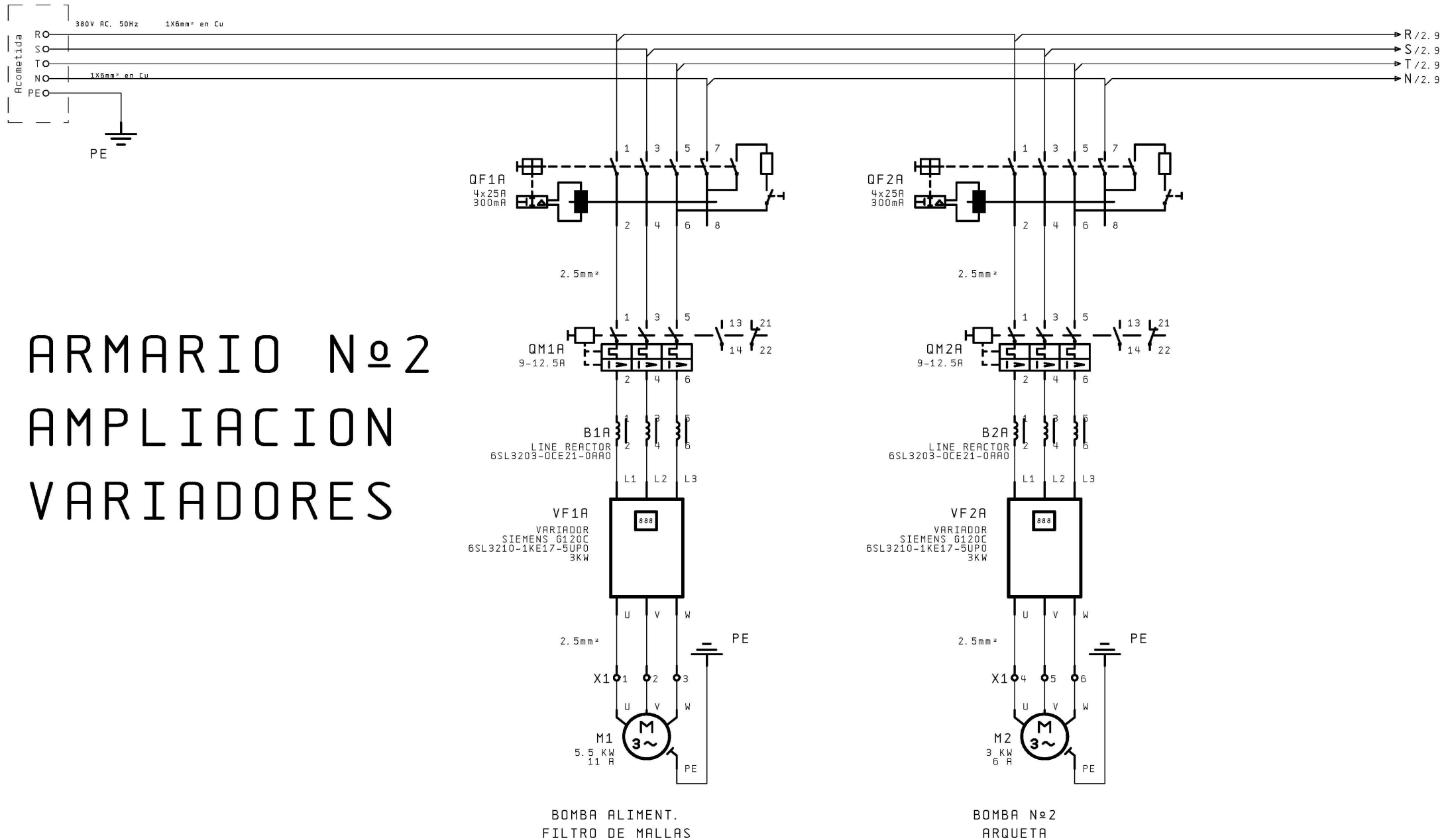
PIN 1 / PIN 3 = Open / Abierto

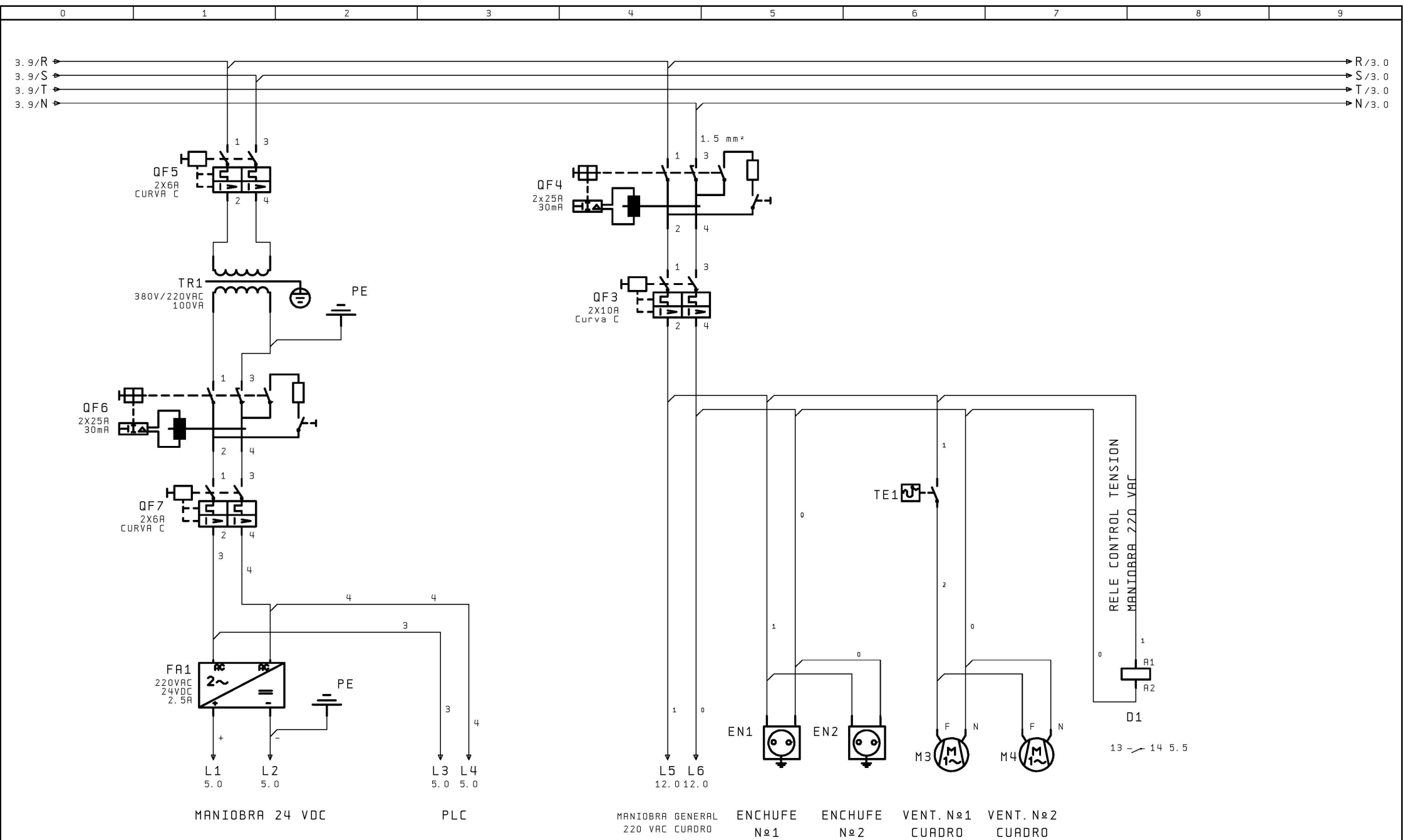
ANEXO II

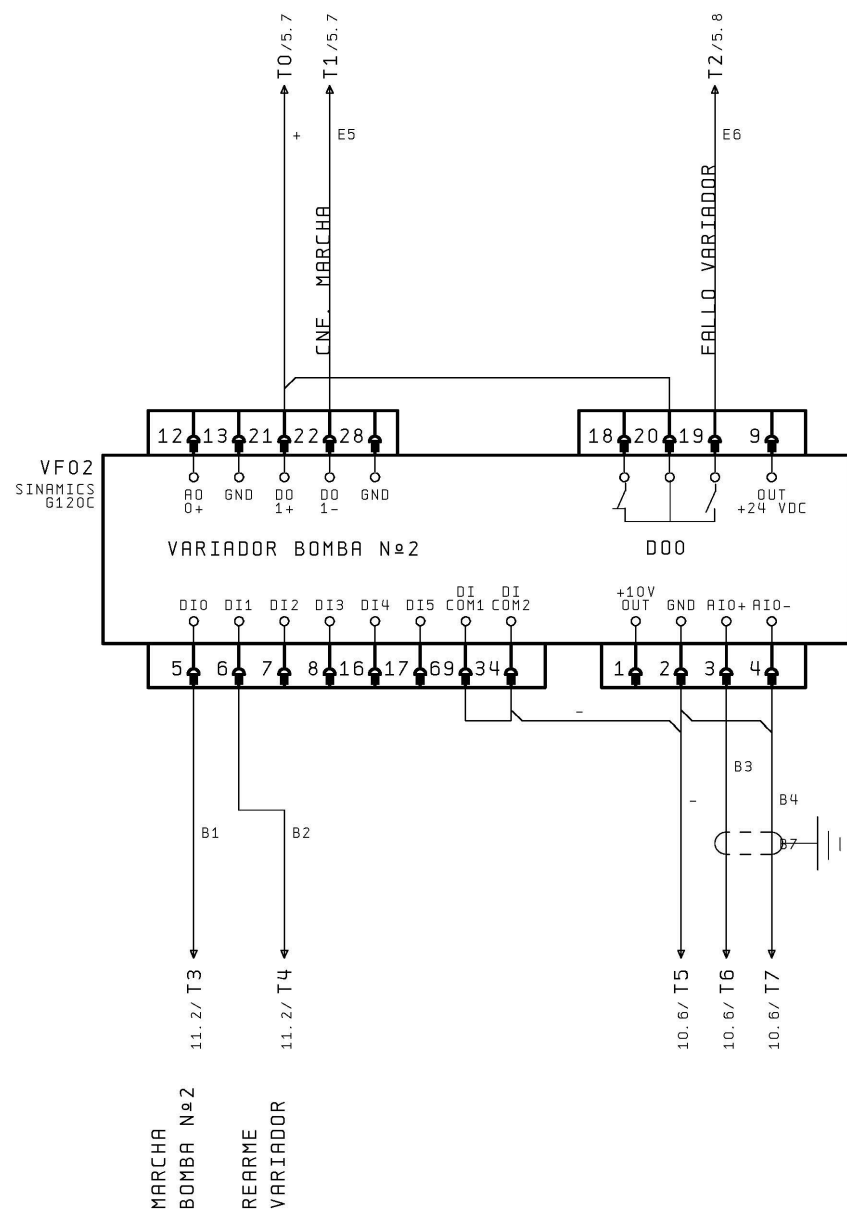
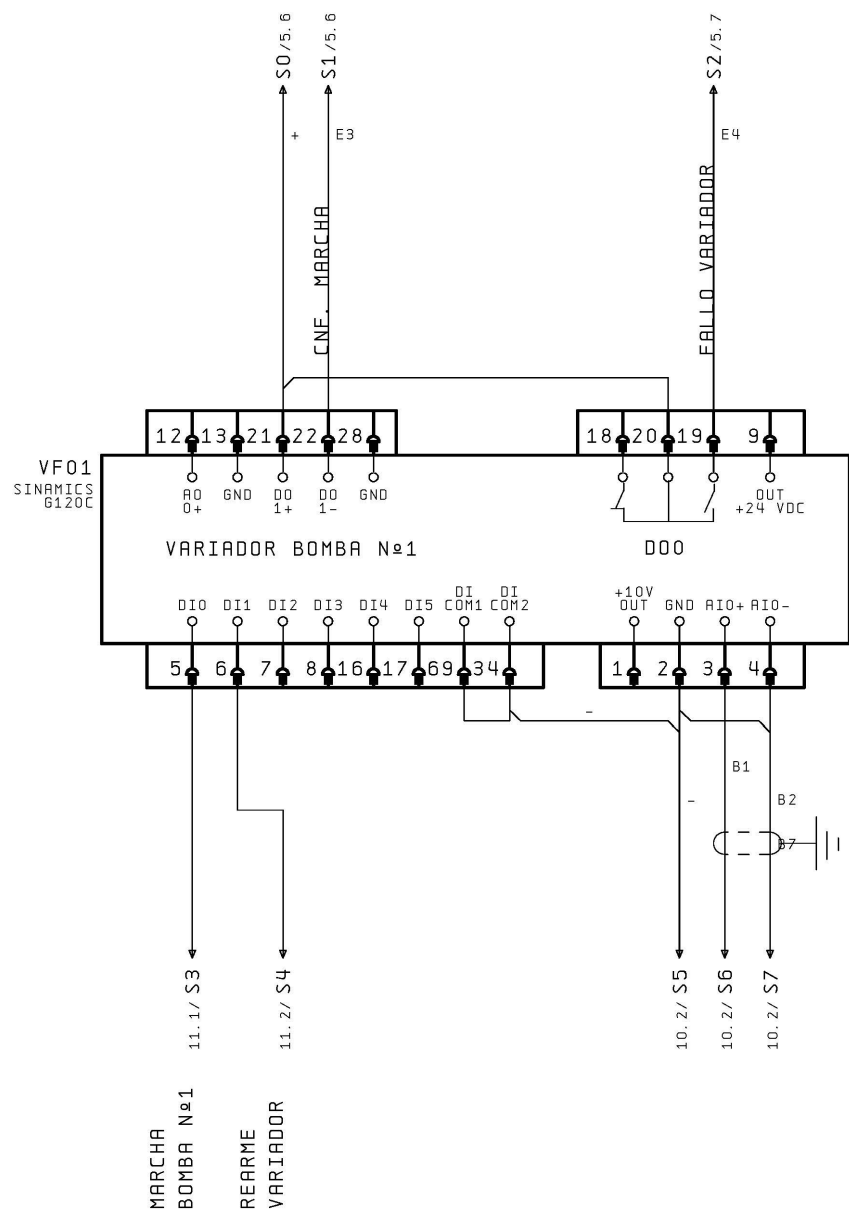
ESQUEMA ELÉCTRICO

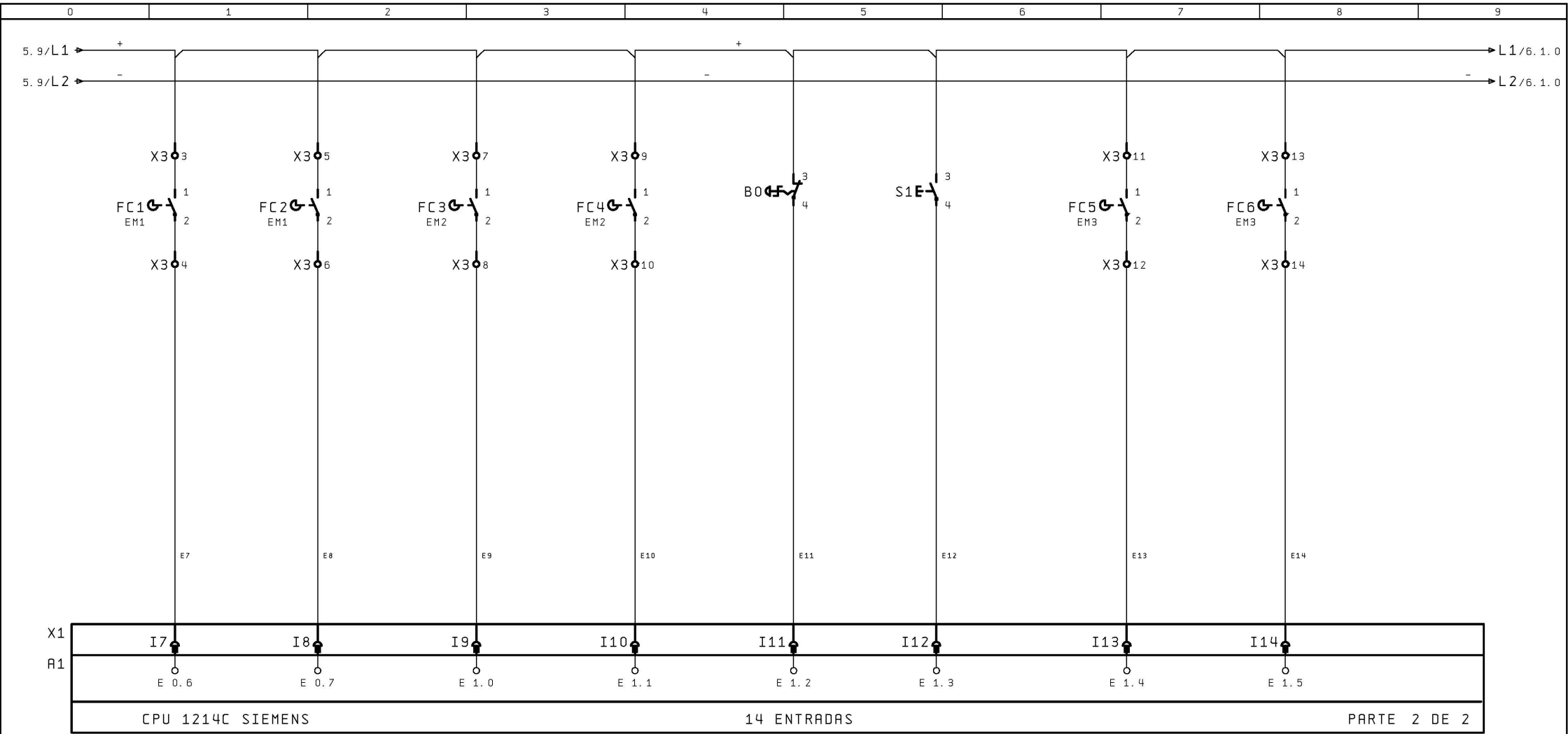


ARMARIO N°2 AMPLIACION VARIADORES









INDICA VALVULA
ABIERTA PLACAS 1

INDICA VALVULA
CERRADA PLACAS 1

INDICA VALVULA
ABIERTA PLACAS 2

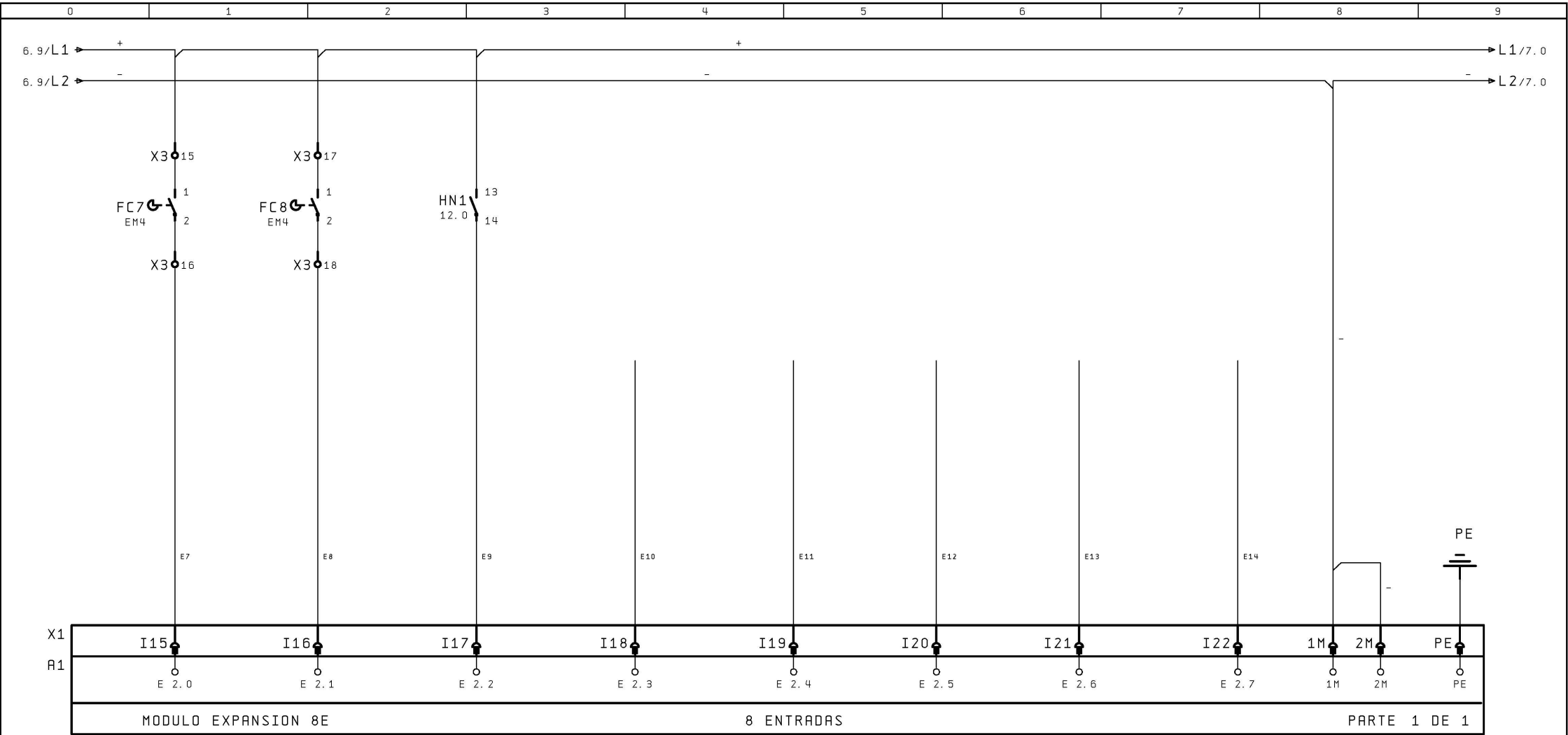
INDICA VALVULA
CERRADA PLACAS 2

PARO EMERGENCIA
SISTEMA ENFRIAMIENTO

PULSADOR REARME
ACUSE AVERIA

INDICA VALVULA
ABIERTA A BALSA

INDICA VALVULA
CERRADA A BALSA



INDICA VALVULA
ABIERTA A RAMBLA

INDICA VALVULA
CERRADA A RAMBLA

NIVEL CAMARA BOMBAS
ENVIO A PLACAS

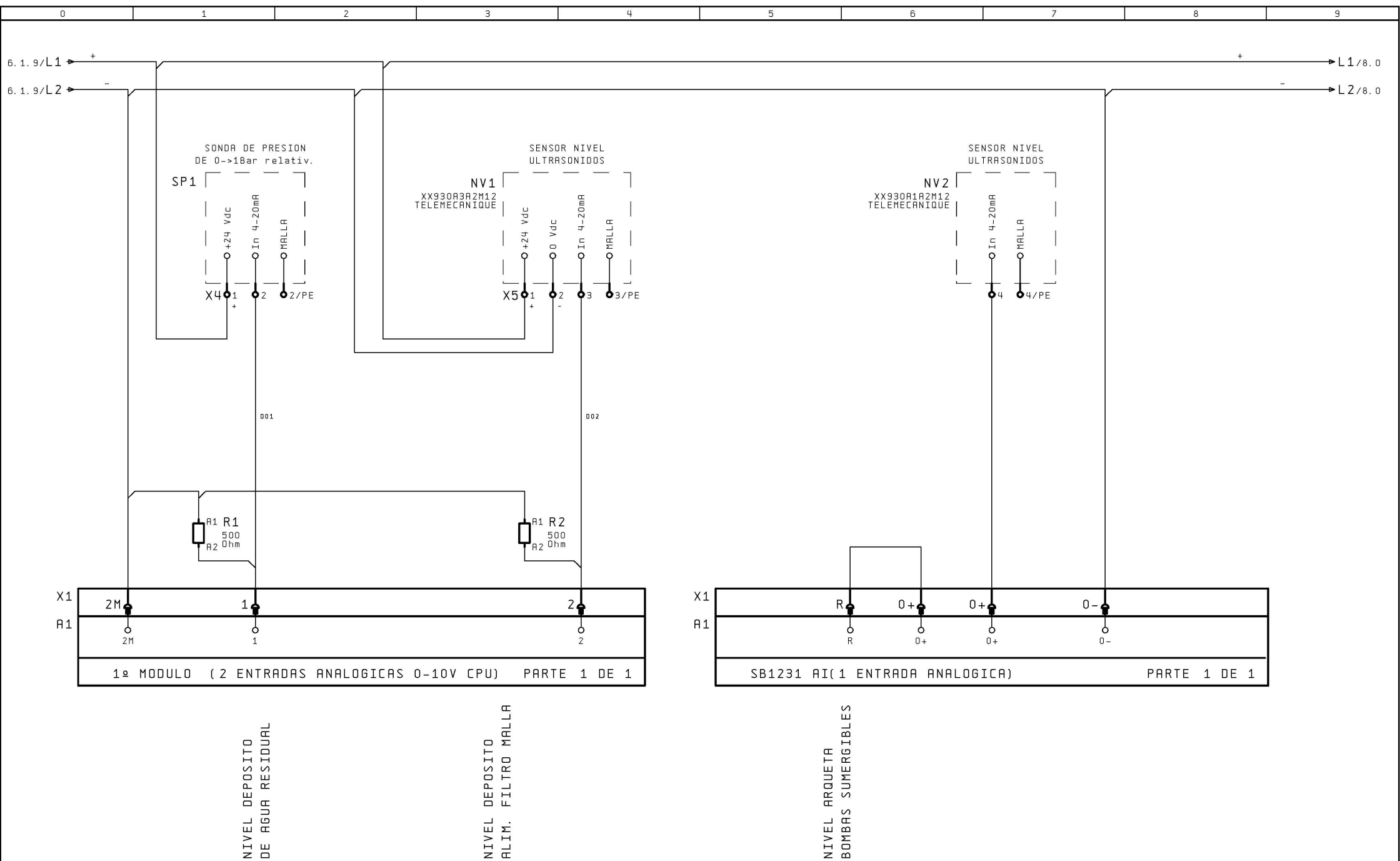
RESERVA N.º5

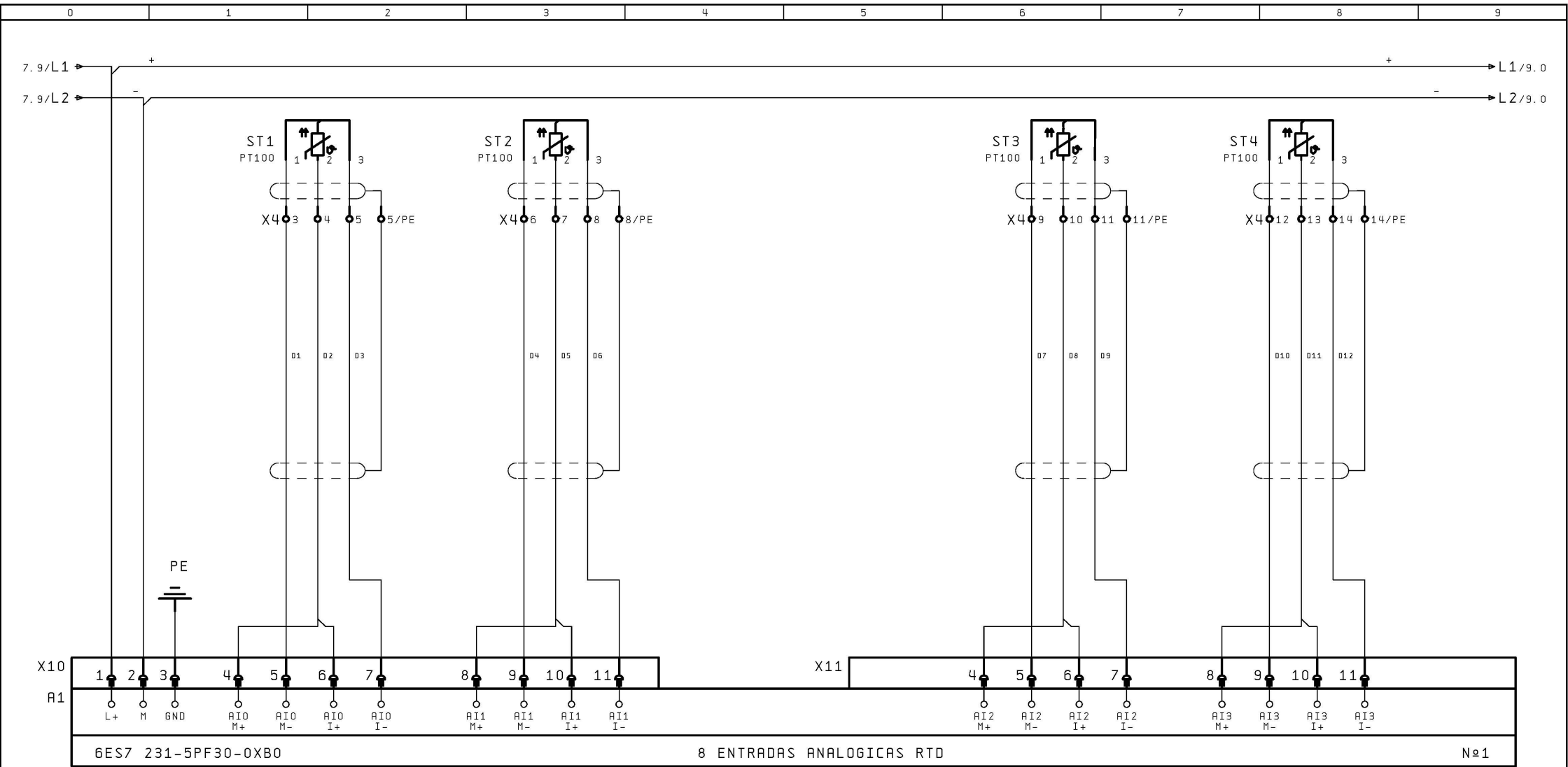
RESERVA N.º4

RESERVA N.º3

RESERVA N.º2

RESERVA N.º1



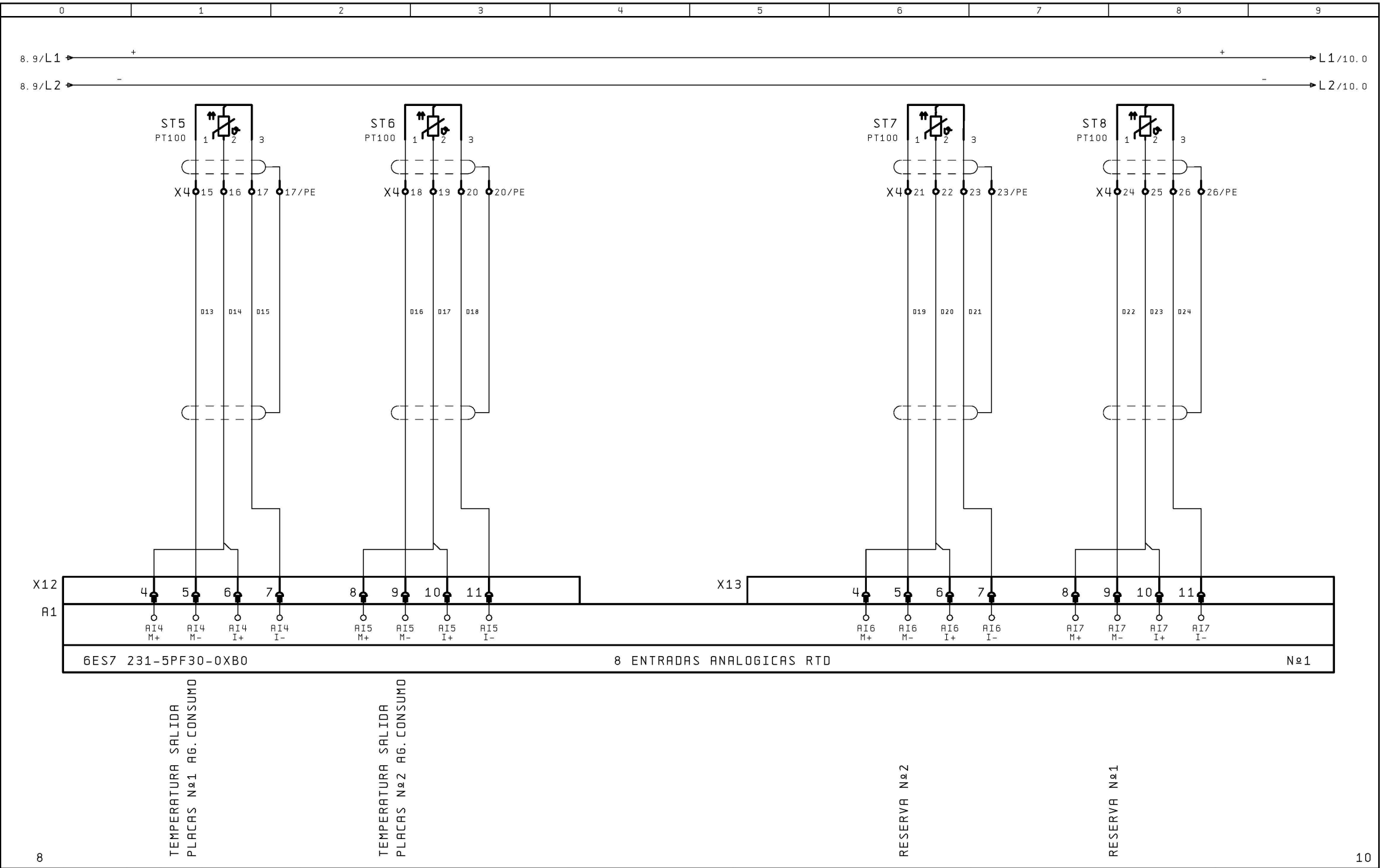


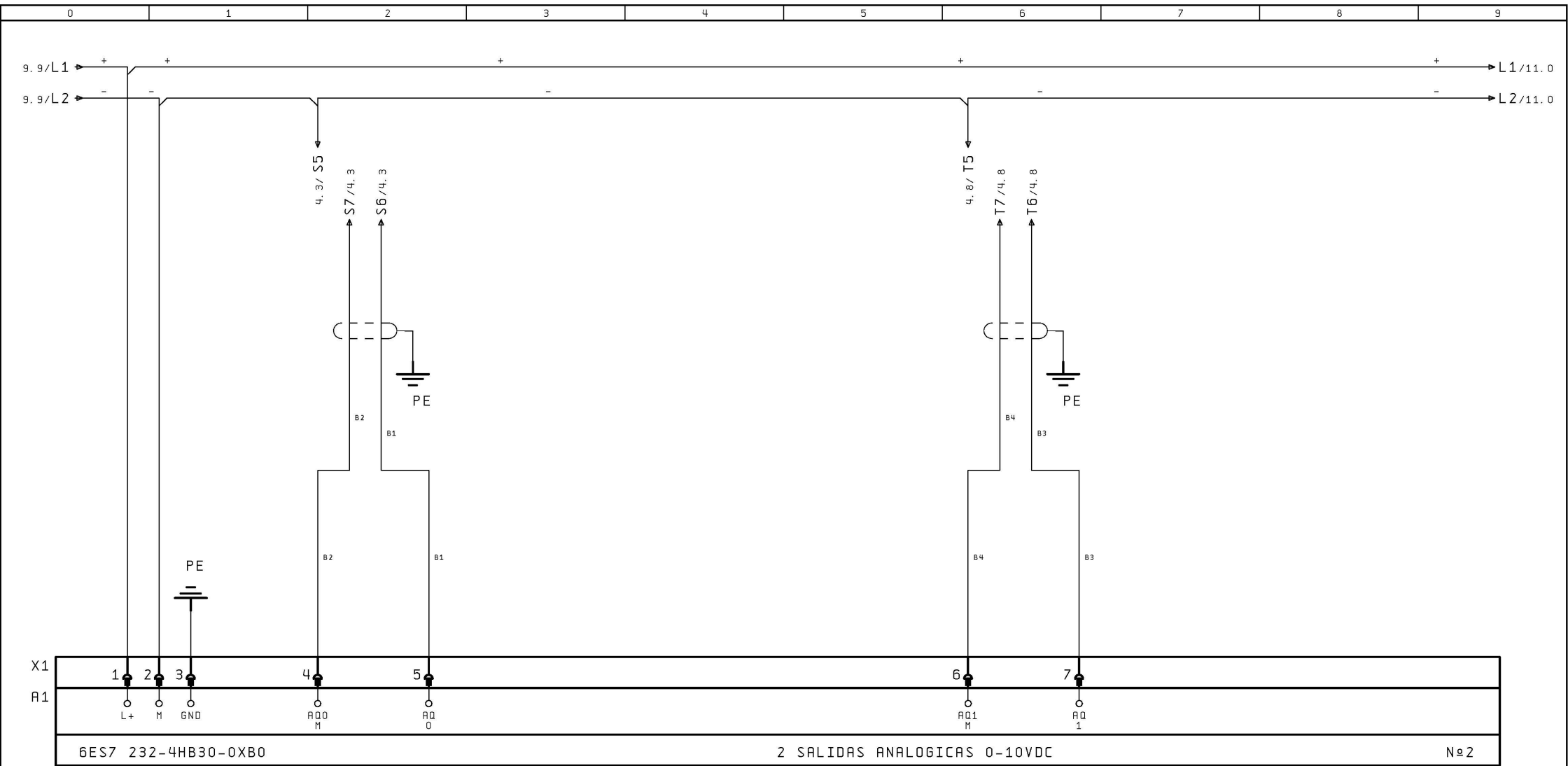
TEMPERATURA ENTRADA
A PLACAS RESIDUAL

TEMPERATURA SALIDA
PLACAS Nº1 RESIDUAL

TEMPERATURA SALIDA
PLACAS Nº2 RESIDUAL

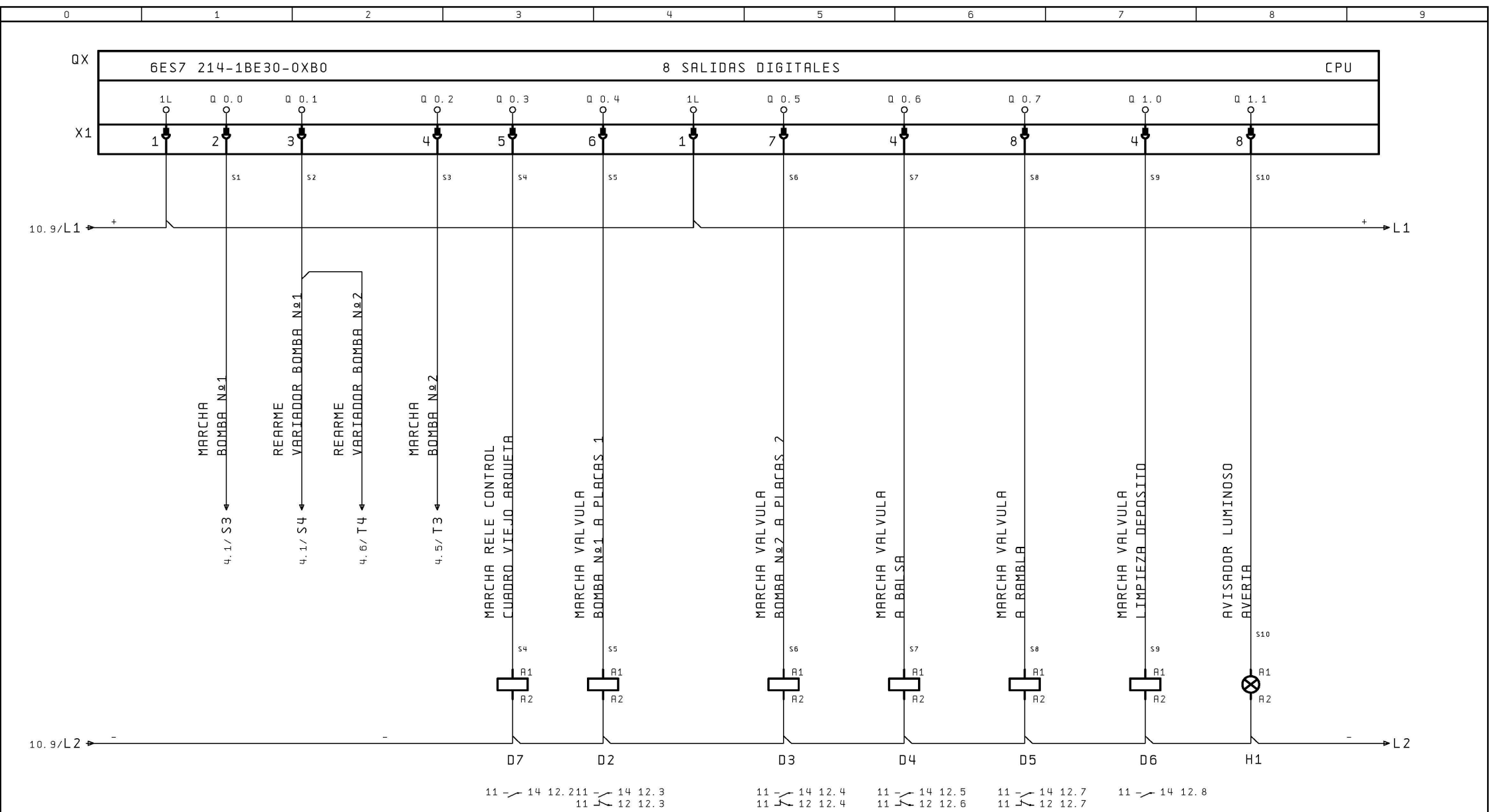
TEMPERATURA ENTRADA
A PLACAS AGUA CONSUMO

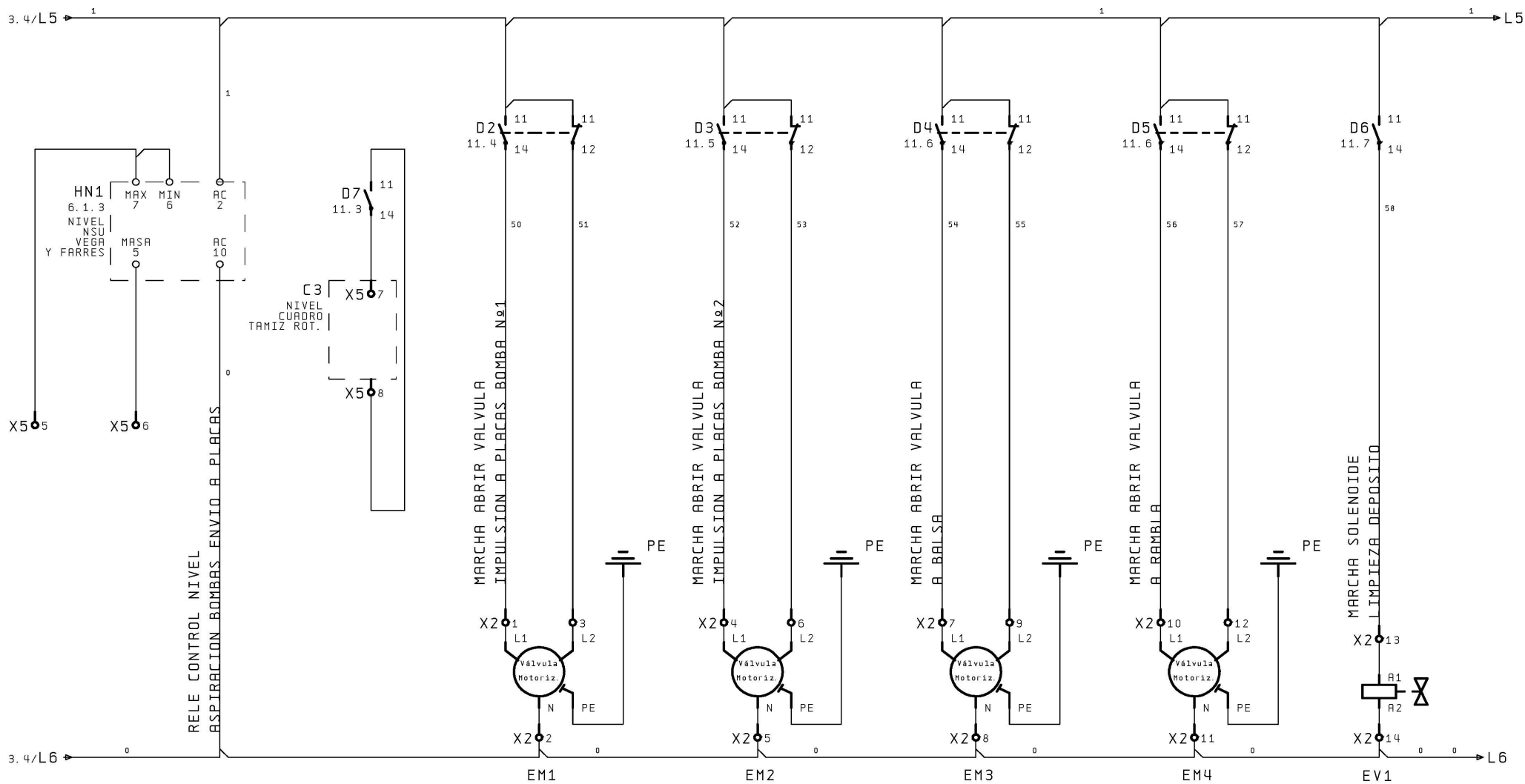




CONTROL VELOCIDAD
BOMBA Nº1

CONTROL VELOCIDAD
BOMBA Nº2





BORN_INT / 09.03.2008

The diagram shows two identical three-phase motor control circuits, M1 and M2, connected to a common three-phase supply. Each motor is represented by a circle with a tilde symbol (~) and the number 3, indicating a three-phase motor. The motor terminals are labeled U, V, and W. The control supply terminals are labeled 1, 2, and 3. The control supply is connected to the motor terminals via a three-phase cable labeled W3 Ölflex Classic-6 4x2.5mm for M1 and W6 Ölflex Classic-6 4x2.5mm for M2.

ANEXO III

S7-1200 PASO A PASO

Paso a Paso S7-1200 – Step 7 Basic v10.5

“Paso a Paso para la configuración de un proyecto completo”



Versión 1.0 – 15/Sep/09

Para cualquier sugerencia diríjanse al siguiente Email:
sistemas-automatizacion.es@siemens.com

simatic

Índice:

1.- Introducción:.....	3
2.- Crear un proyecto nuevo:.....	4
Paso 1: "Abrir Aplicación"	4
Paso 2: "Crear Proyecto Nuevo"	4
Paso 3: "Información del Proyecto"	5
Paso 4: "Primeros Pasos"	5
Paso 5: "Seleccionar CPU"	6
Paso 6: "Configuración de Hardware"	7
Paso 7: "Transferir Configuración"	9
3.- Programación del S7-1200:	13
Paso 8: "Editor de Bloques"	13
Paso 9: "Transferir Programa"	15
Paso 10: "Visualización OnLine"	16
4.- Programación de la Pantalla HMI:	18
Paso 11: "Insertar Pantalla"	18
Paso 12: "Configuración del Proyecto"	18
Paso 13: "Editar Pantallas"	22
Paso 14: "Transferir Proyecto"	23

1.- Introducción:

Este documento pretende ser una guía de iniciación para aprender a manejarnos, paso a paso, por el entorno de programación del S7-1200. El STEP7 Basic v10.5, es la herramienta con la que vamos a configurar, administrar y programar nuestros S7-1200 y las pantallas Basic Panel HMI. Todo bajo un mismo entorno de forma rápida y sencilla.

La herramienta es bastante intuitiva ya que esta guía la he ido haciendo mientras me conectaba por primera vez al Step 7 Basic, lo que demuestra que el software a ganado mucho en sencillez.

Para los que ya tienen conocimientos con el Step 7 y con el WinCC Flexible con simplemente ir siguiendo las imágenes y el pie de las fotos donde te indica brevemente como ir haciendo las cosas para crear un proyecto desde 0, tanto el S7-1200 como las pantallas es suficiente.

Para cualquier pregunta no dude en ponerse en contacto con el grupo de controladores de Siemens o con su oficina habitual.

2.- Crear un proyecto nuevo:

Paso 1: “Abrir Aplicación” Ejecutamos la aplicación de Step 7 Basic v10.5

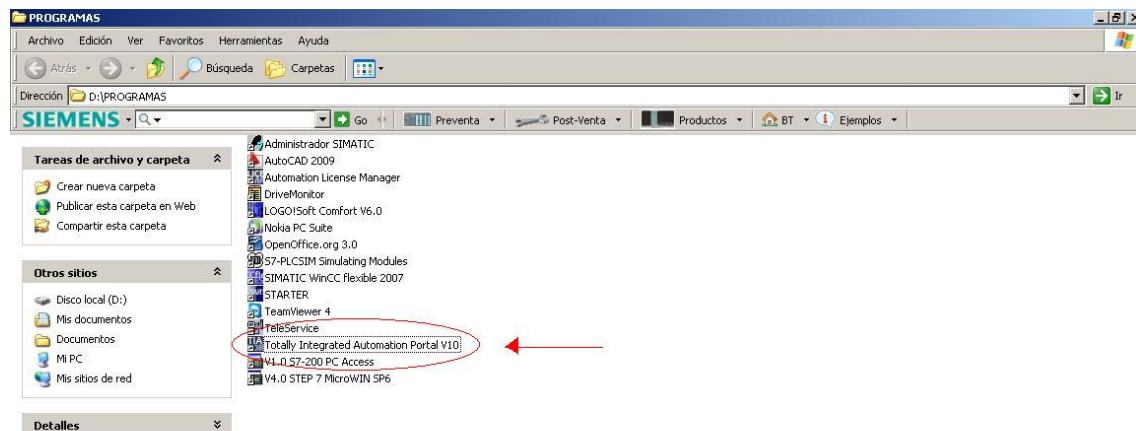


Imagen 1: “Ejecutar Apliación”

Paso 2: “Crear Proyecto Nuevo” Dentro de la pantalla de inicio nos aparece seleccionado por defecto la opción de “Abrir proyecto existente”. En la tabla os aparecerán los proyectos que tengáis guardados en el PG/PC. Nosotros comenzaremos un proyecto desde cero, por lo que seleccionaremos “Crear proyecto”.

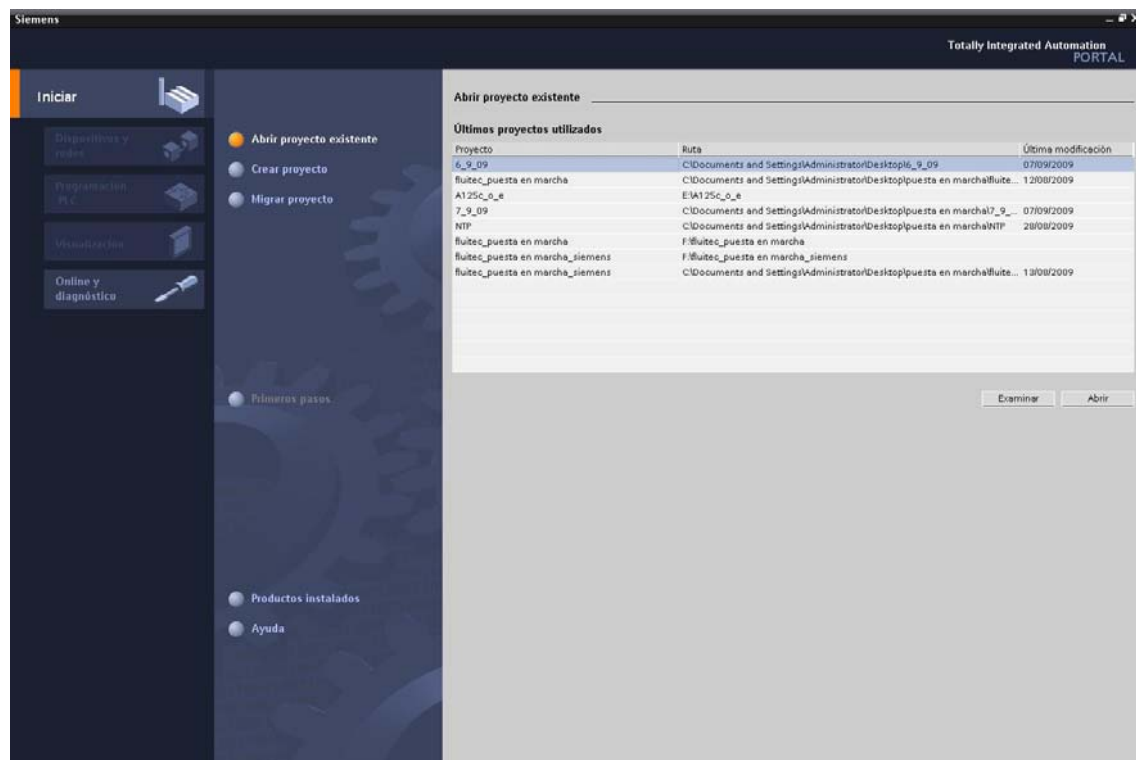


Imagen 2: “Dar al botón de crear proyecto nuevo”

Paso 3: "Información del Proyecto" Al seleccionar esta opción le daremos el nombre al proyecto, quien es el autor, etc.. y le damos al botón de "Crear".

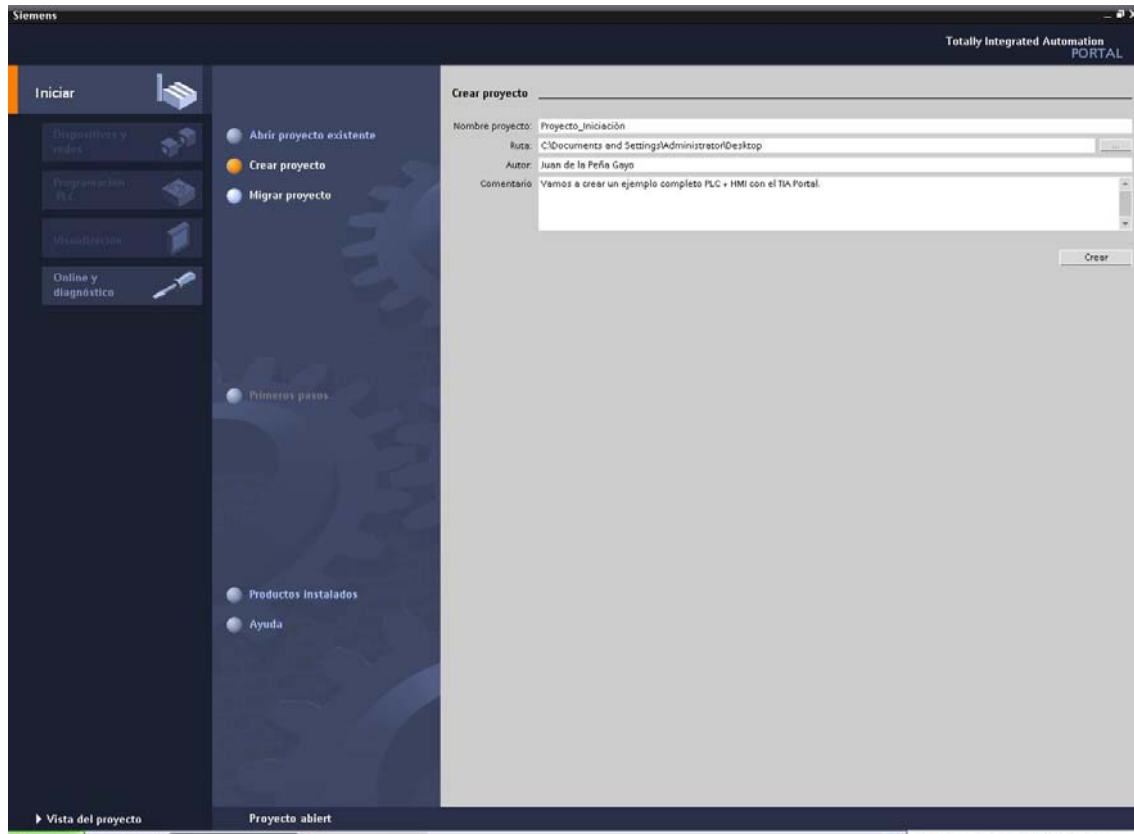


Imagen 3: "Rellenar información del proyecto"

Paso 4: "Primeros Pasos" Cuando le damos a crear nos aparece la "Vista Portal" y nos selecciona por defecto "Primeros pasos". Desde aquí tenemos las siguientes opciones: a) para "configurar un dispositivo", b) "Crear programa PLC" y c) "Configurar una imagen HMI". Nosotros empezaremos por lo básico configurando el HW de nuestro equipo para lo que le daremos a configurar dispositivo.

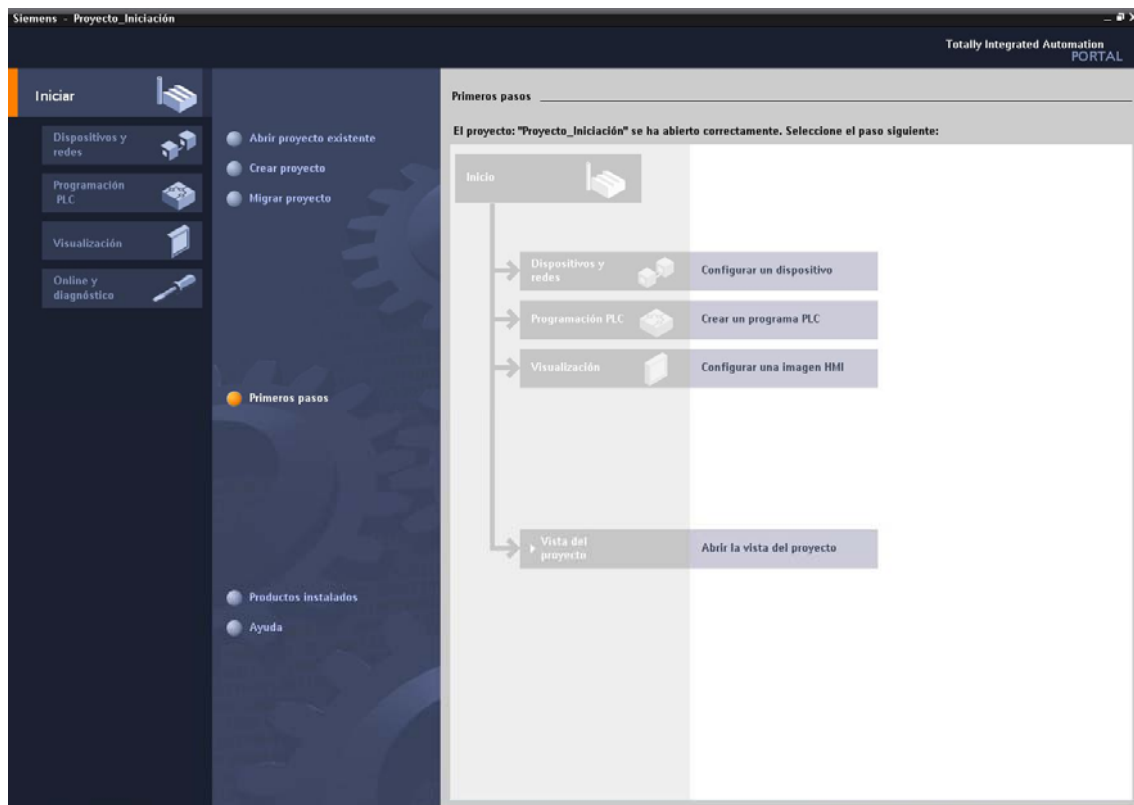


Imagen 4: "Pinchar en configurar equipo"

Paso 5: "Seleccionar CPU" Al darle a "Agregar Dispositivo" nos salen dos opciones: PLC o el Panel HMI. Nosotros comenzaremos por el PLC. Le damos al botón del PLC y nos aparecerá en la ventana de la derecha todas las CPU donde tendremos que seleccionar la que tengamos. Y le daremos a Agregar.

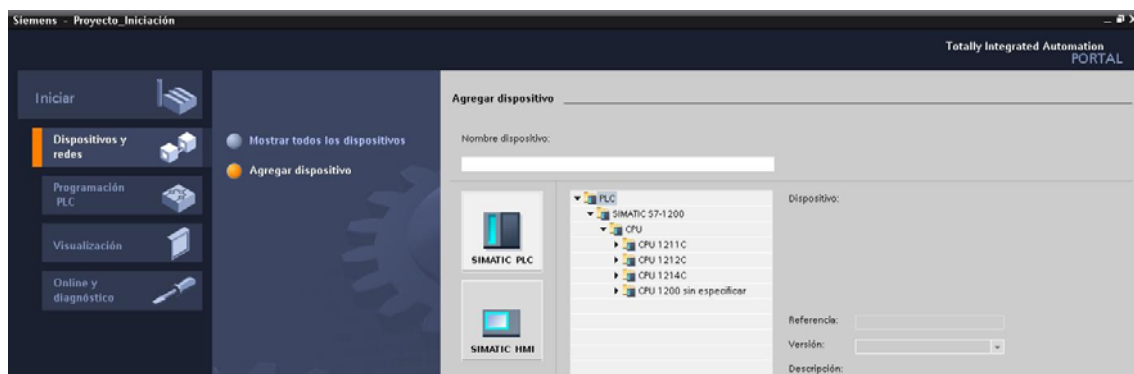


Imagen 5: "Pinchar en SIMATIC PLC"

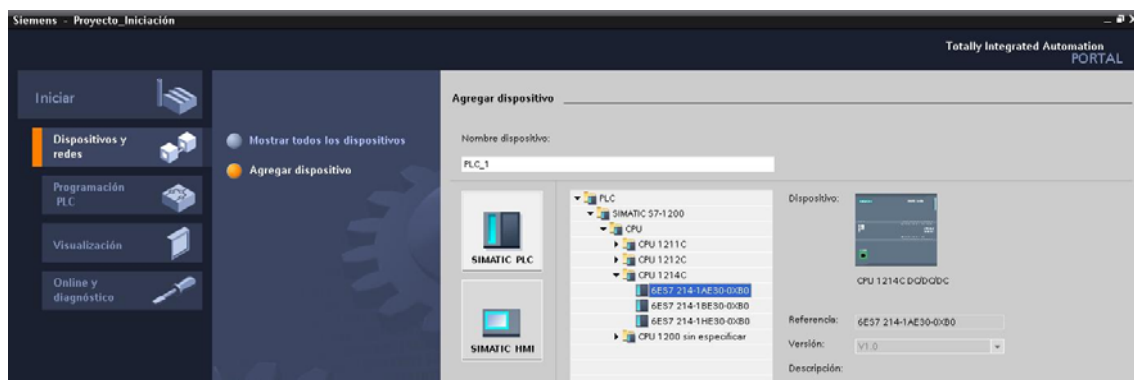


Imagen 6: "Seleccionar CPU"

Paso 6: “Configuración de Hardware” Nos aparece la ventana de configuración del equipo. Lo que tenemos que hacer ahora es meter los módulos que tenemos en nuestro equipo físicamente: módulos de I/O, módulos de comunicación, etc... Para ello seleccionaremos del catálogo de la derecha los módulos correspondientes y los iremos arrastrando y soltando en su posición correcta. En el SIMATIC S7-1200 los módulos de comunicación se insertan a la izquierda de la CPU y los módulos de I/O se meten a la derecha. Como máximo puede haber 3 módulos de comunicación y 8 de I/O.



Imagen 7: “S7-1200 – Módulos de Expansión”

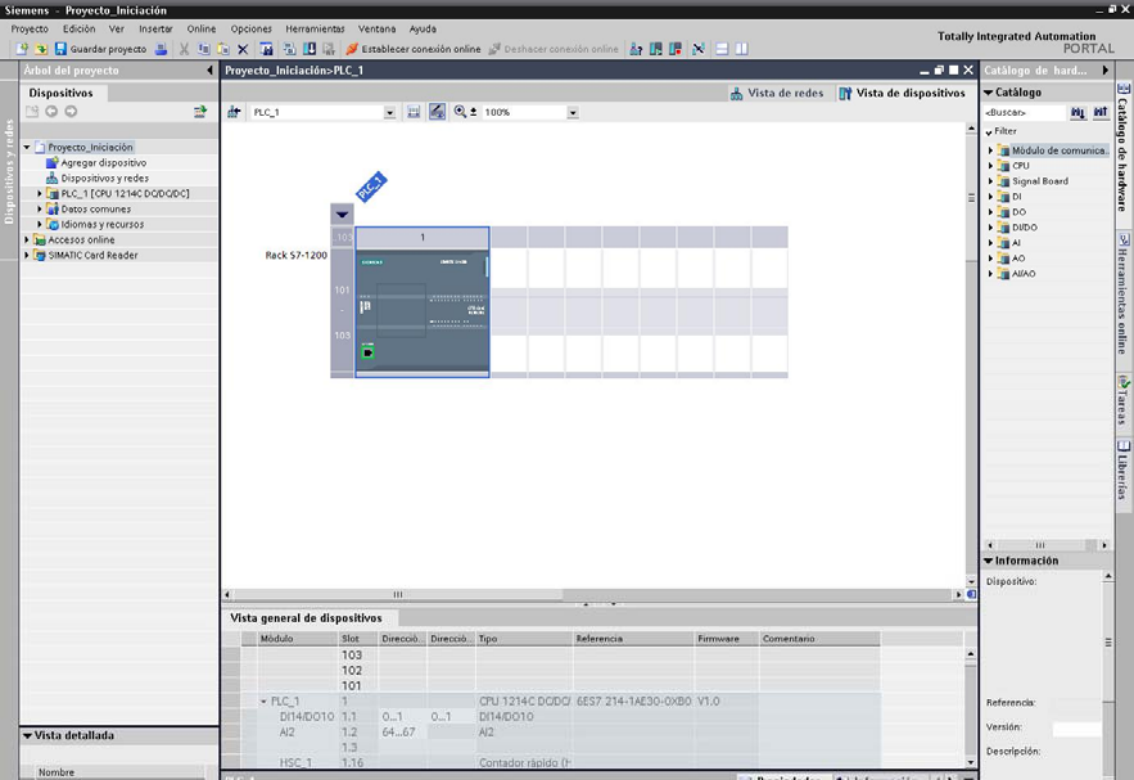


Imagen 8: “Rellenar Información del Proyecto”

Pinchando en la flecha de la parte superior izquierda de la CPU nos saca los slots para meter los módulos de comunicación. (*Nota: el módulo CSM 1277 no se mete en la configuración hardware del equipo ya que se trata de un elemento de red indiferente para el PLC*). En la parte de debajo de la pantalla según vamos insertando los módulos nos podemos meter en las propiedades del módulo y ver sus propiedades, el direccionamiento, etc...

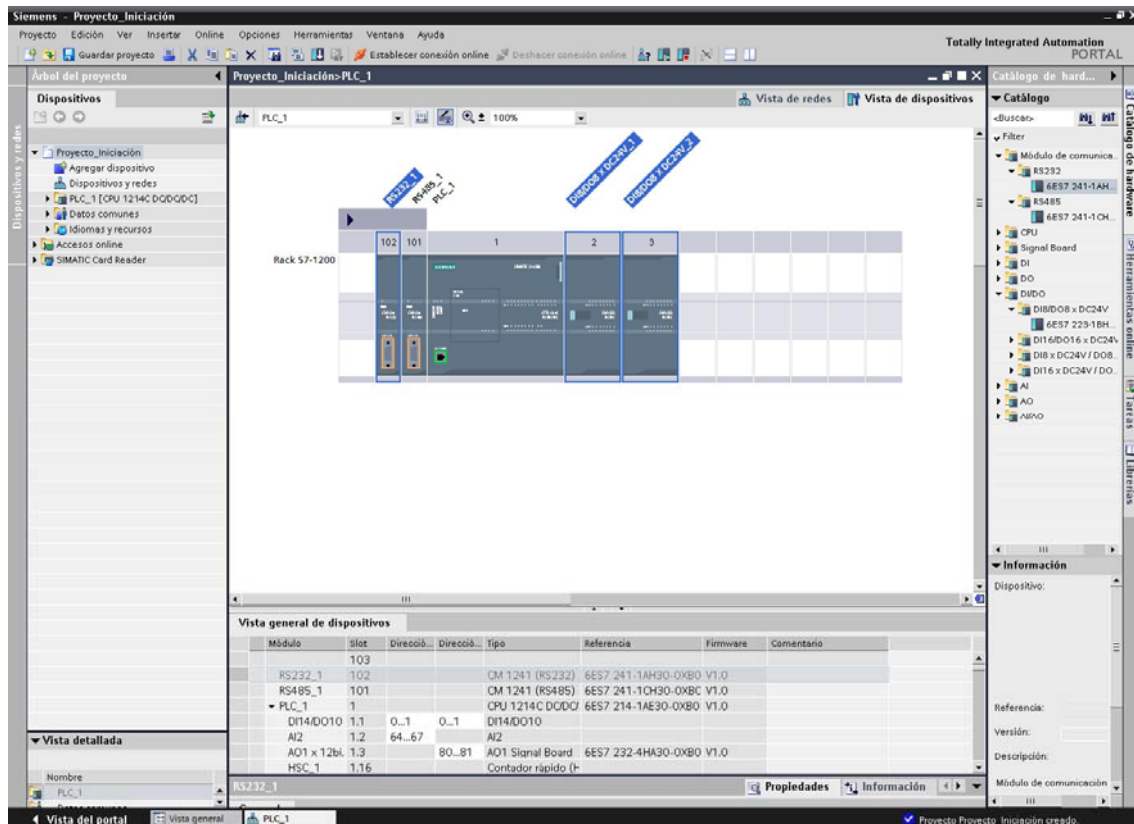



Imagen 9: "Insertar módulos"

Paso 7: “Transferir Configuración” Para transferir la configuración seleccionamos la CPU y

se nos habilita el icono  que es para transferir pero antes de esto comprobaremos la dirección IP del PC y del PLC.

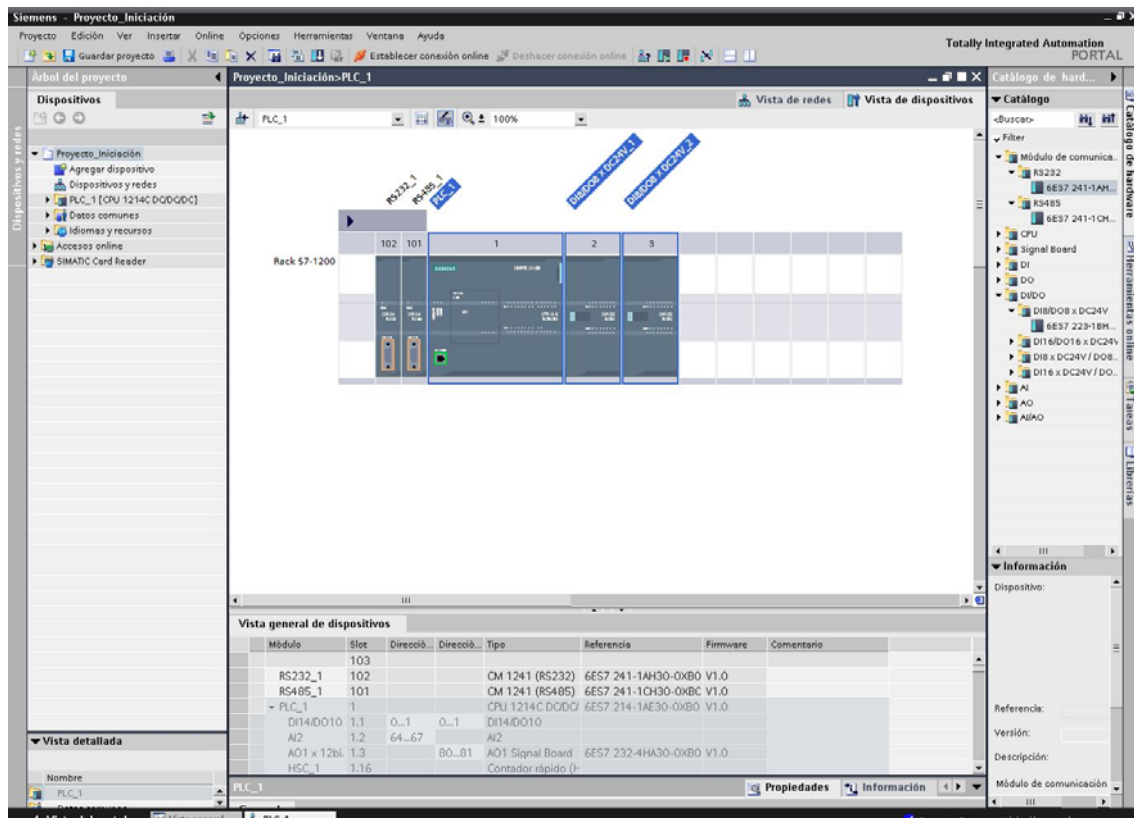


Imagen 10: “Ver Propiedades - Direccionamiento”

Primero la IP del PC, le meto la 192.168.0.25 o la que sea del rango que no coincida ni con el PLC ni con la pantalla. (Por defecto, el rango suele ser “192.168.0.XXX”).

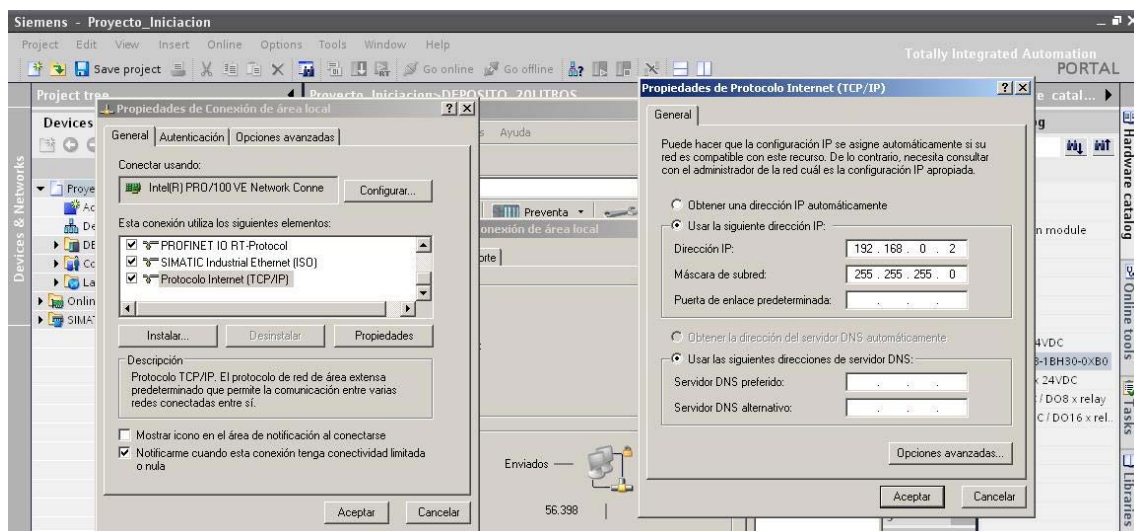


Imagen 11: “Dar dirección IP al PG/PC”

En el PLC, la dirección IP se le da pinchando sobre la CPU y en la ventana de propiedades en la parte inferior dentro de la opción PROFINET interface. Hay es donde le daremos la IP y la mascara de subred que queramos a nuestro PLC.

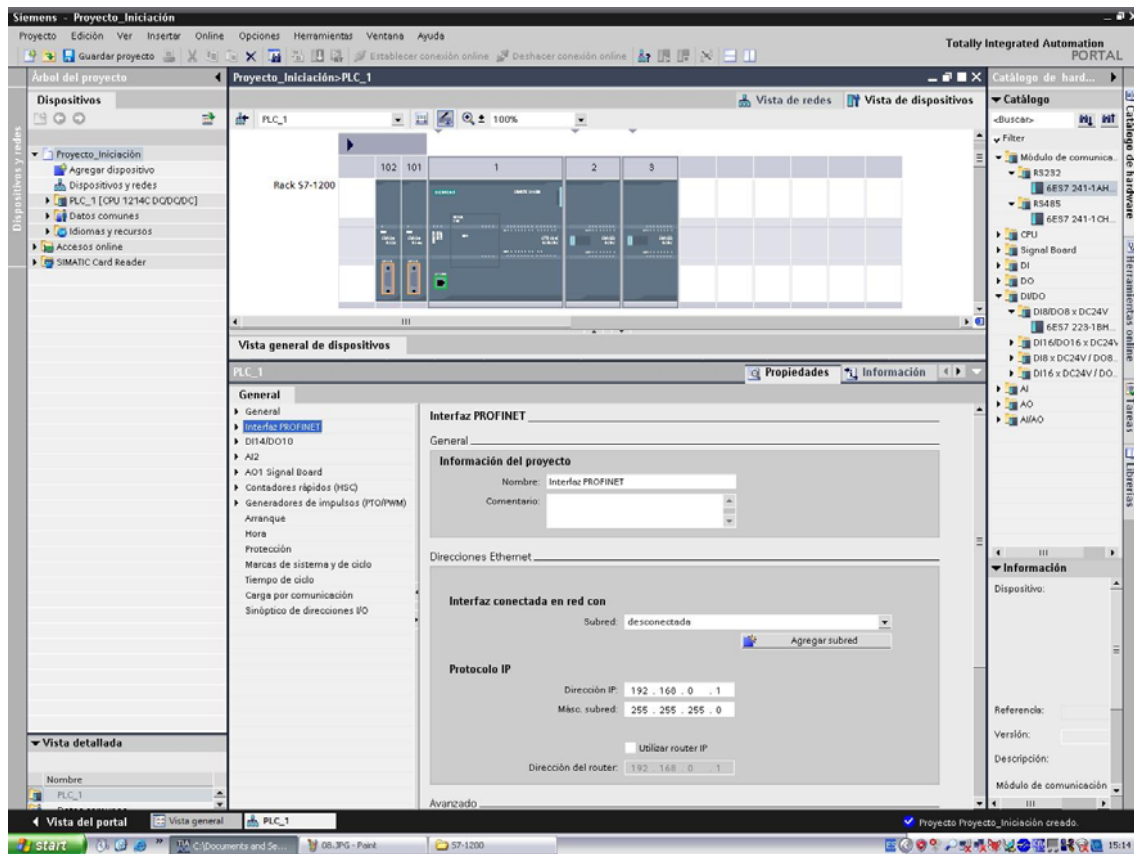


Imagen 12: "Dar dirección IP a I S7-1200"

Un truco es comprobar que estaciones son accesibles. Simplemente en el Menú de Online en la opción de "dispositivos accesibles".

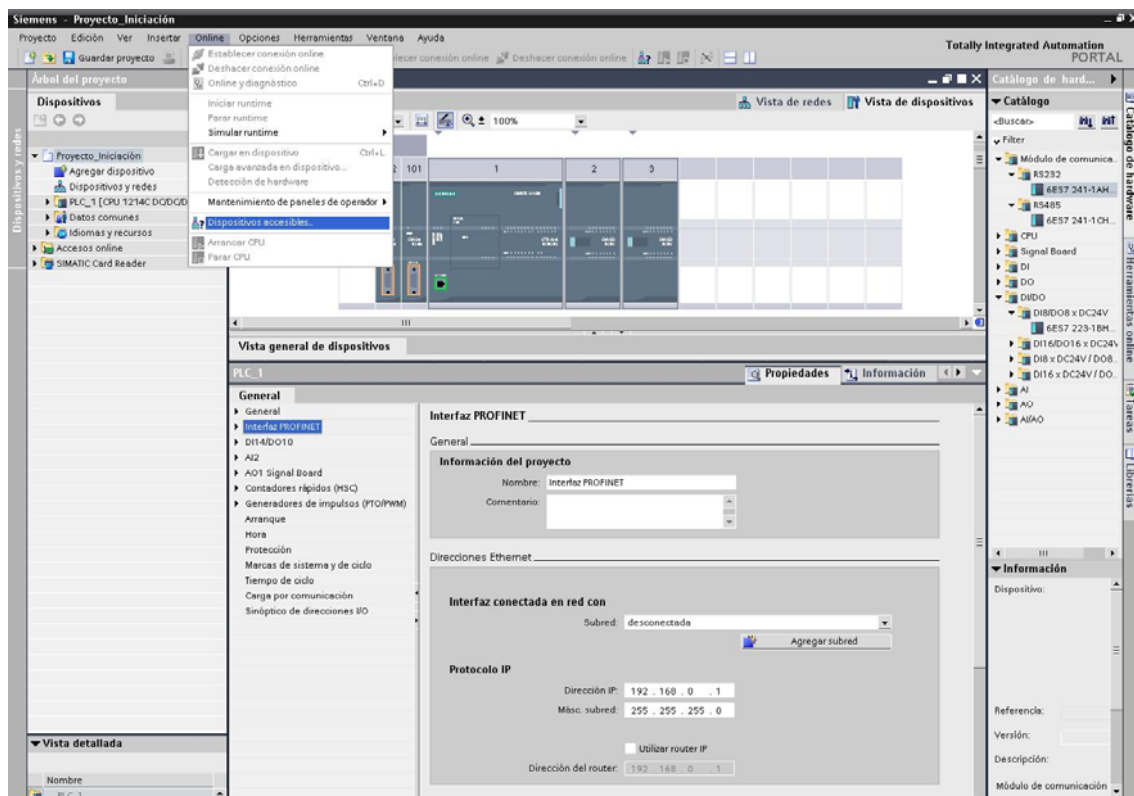


Imagen 13: "Ver estaciones Accesibles"

Nos aparecerá la siguiente pantalla donde si nos encuentra dispositivos nos aparecerán listados en la tabla con el tipo de dispositivo, su dirección IP y la MAC. En este caso me ha encontrado tanto la pantalla como el PLC por lo que voy a estar seguro de que podré comunicar contra el PLC. Seleccionar siempre el interface correcto del PG/PC, la tarjeta de Ethernet que se este utilizando (te la detecta automáticamente).

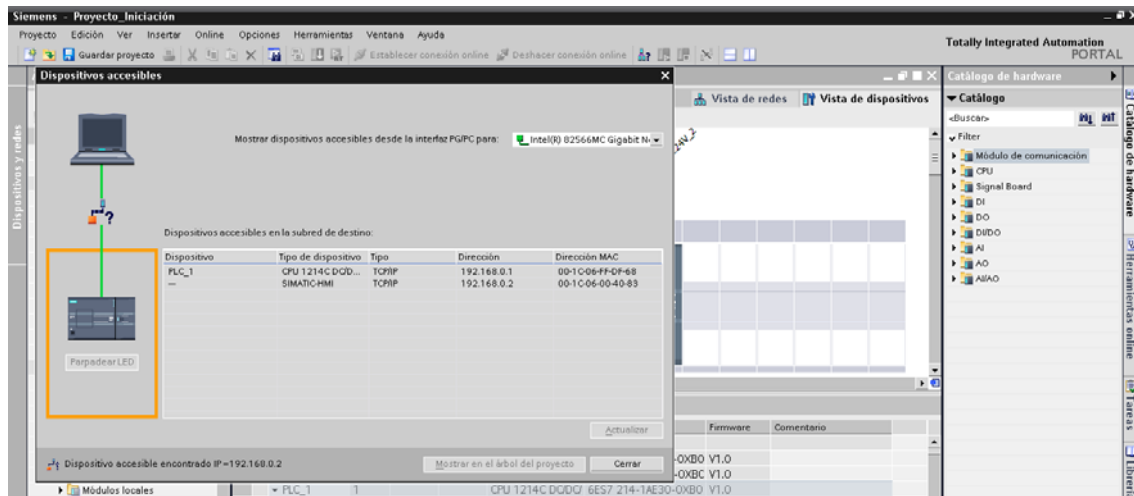


Imagen 14: "Estaciones Accesibles desde nuestro PG/PC"

Al hacer esto en la ventana de jerarquía, en la carpeta de "online access" de la parte izquierda nos aparece nuestro PLC y la pantalla con su IP.

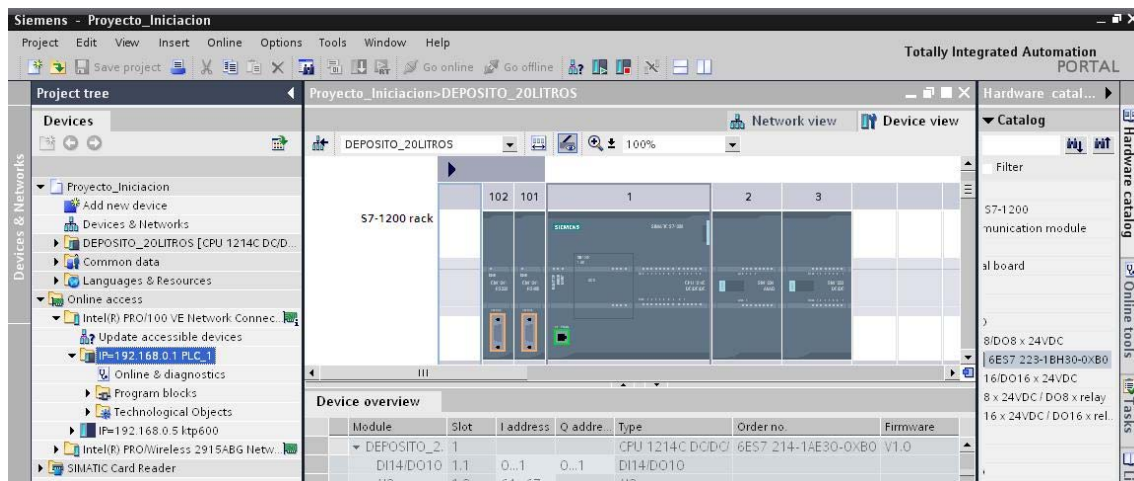
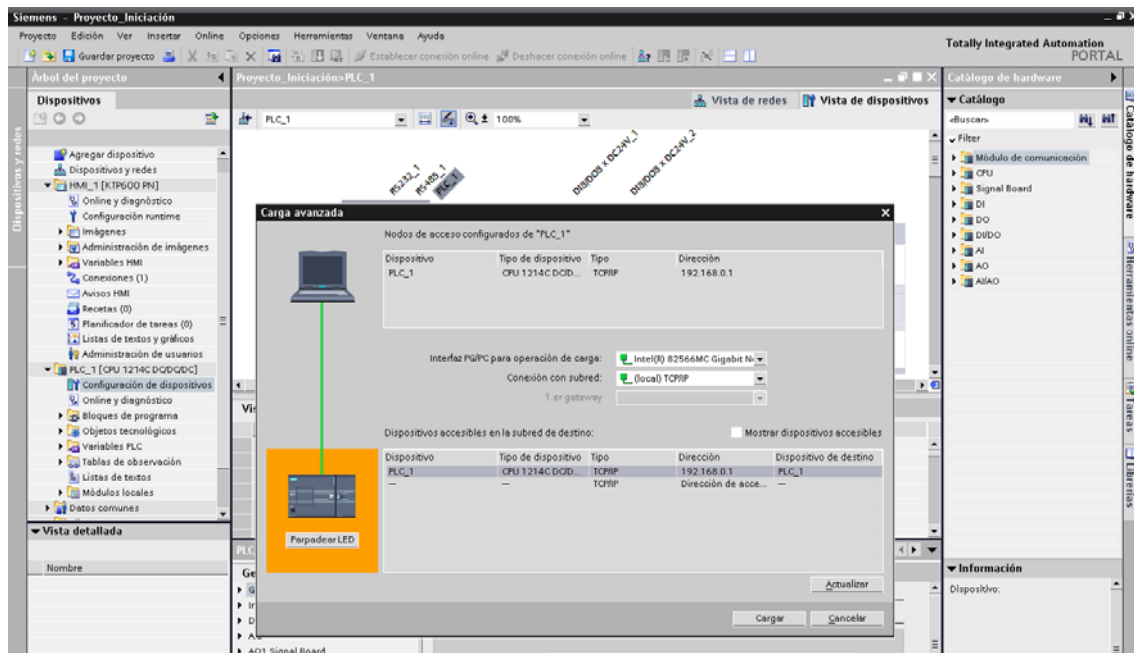


Imagen 15: "Acceso OnLine del equipo"

Una vez comprobado que nos comunica correctamente con el PLC nos disponemos a transferir la configuración HW.



Le daremos al botón de transferir (siempre seleccionando la CPU sino nos aparecerá este icono deshabilitado) y nos aparecerá la siguiente pantalla donde deberemos seleccionar el interface de comunicación de la PG/PC y por TCP/IP. Después en la ventana que nos aparece le damos al botón de "Cargar".



Quando le damos realiza una compilación del proyecto para ver que todo es correcto. Si está todo bien le damos otra vez a Cargar y si está todo bien nos saldrá una nueva ventana de que todo ha ido bien.

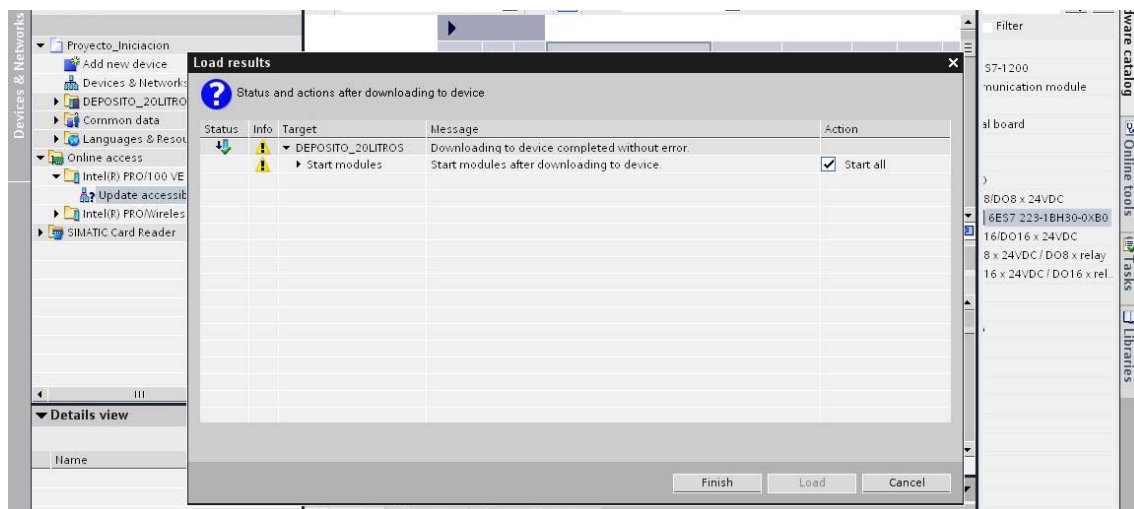


Imagen 17: “Ventana de Aceptación”

3.- Programación del S7-1200:

Paso 8: “Editor de Bloques” Una vez hecha la parte HW, nos vamos a meter con la parte de programación. Para ello vamos a hacer un pequeño programa para comprobar que funciona todo correctamente. Nos vamos en la ventana de árbol de la izquierda dentro de nuestro equipo en la carpeta de bloques de programa. Dentro de esta carpeta tenemos ya creado un bloque por defecto que es el Main[OB1]. Pinchamos dos veces sobre este para editarlo. Si quisiéramos editar/crear otro bloque le daríamos a “agregar nuevo bloque”.

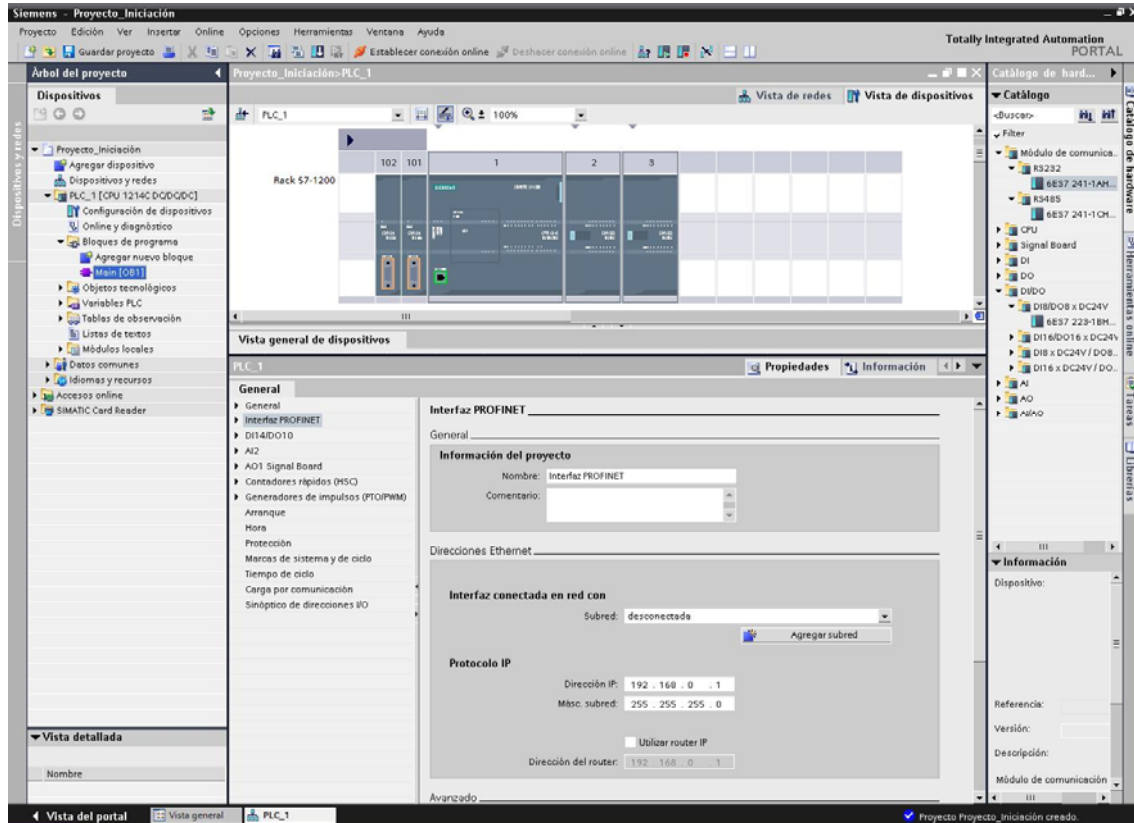


Imagen 18: “Bloques de Programa”

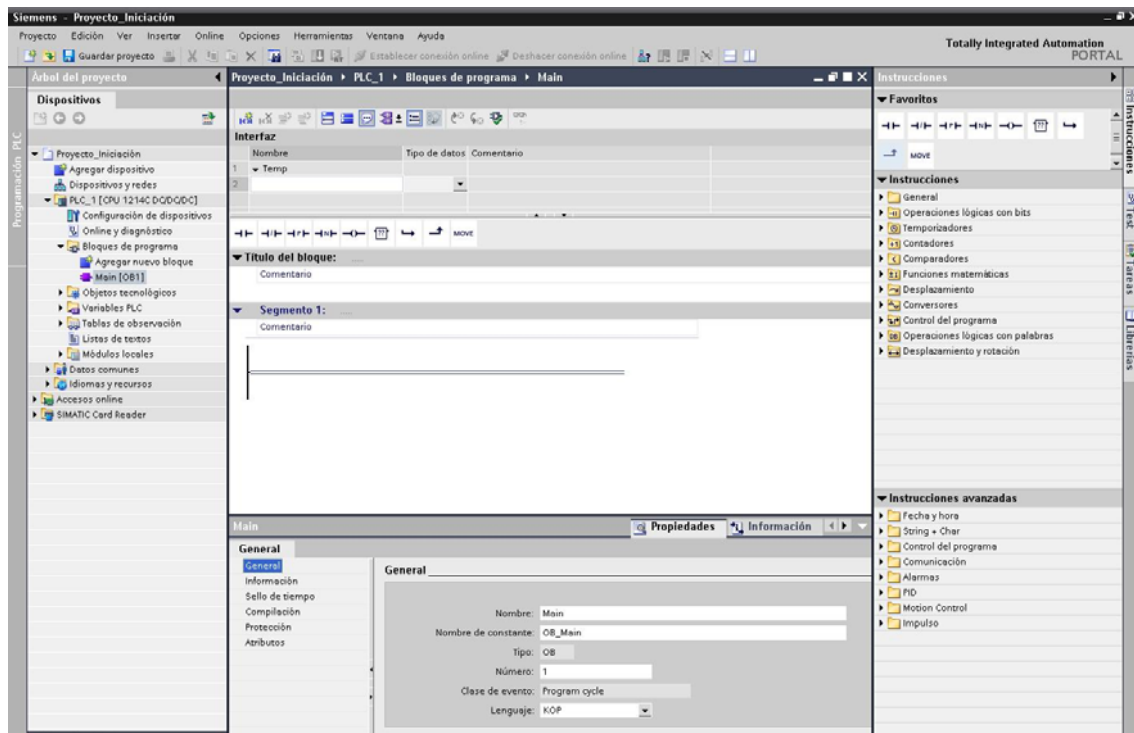


Imagen 19: "Editor de Bloques"

En la parte de la derecha tenemos el catálogo donde iremos insertando los distintos elementos para programar. Podremos definir cuales son los elementos que más utilizamos en la parte de favoritos que está en la parte superior derecha. Las propiedades del bloque y de los elementos que insertemos estarán en la ventana de propiedades.

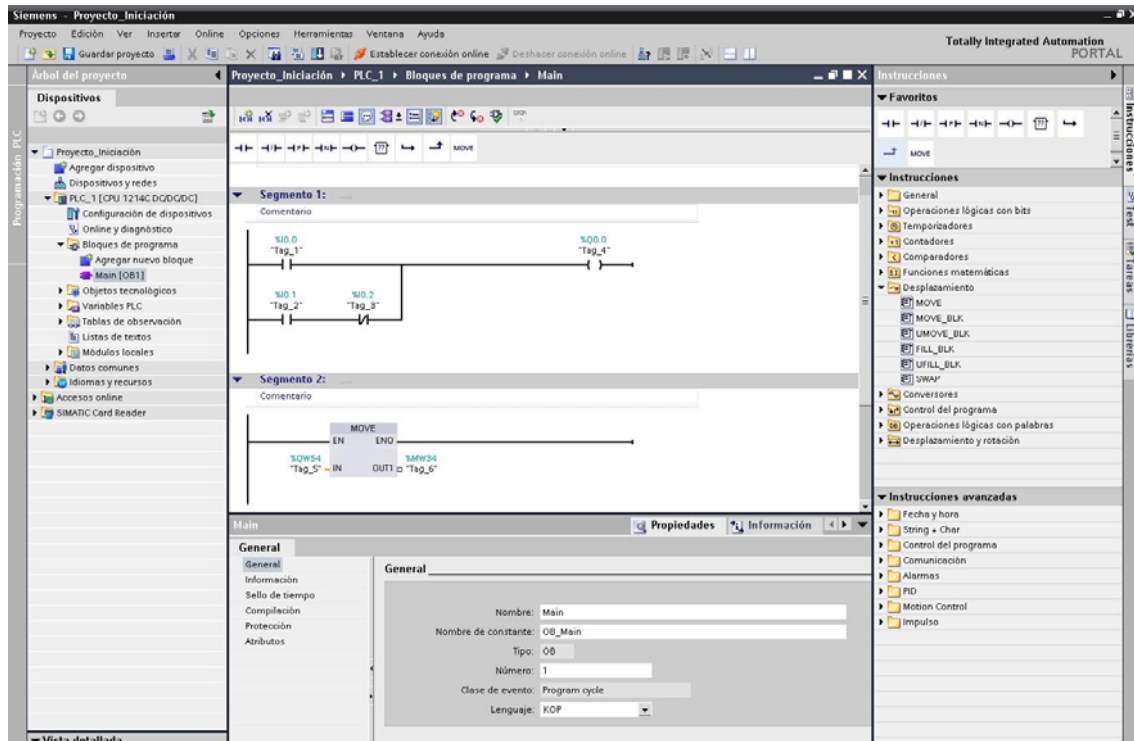


Imagen 20: "Insertar Instrucciones"

Paso 9: “Transferir Programa”



Una vez hecho nuestro programa de prueba le damos al botón de transferir, y en las ventanas que nos salgan le damos a “Cargar”. Cuando transferimos podemos transferir sólo el bloque que estamos editando o si seleccionamos en la ventana del proyecto “Bloques de Programa” transferirá todos los bloques, y si seleccionamos el PLC transferirá tanto el Hardware como el programa completo.

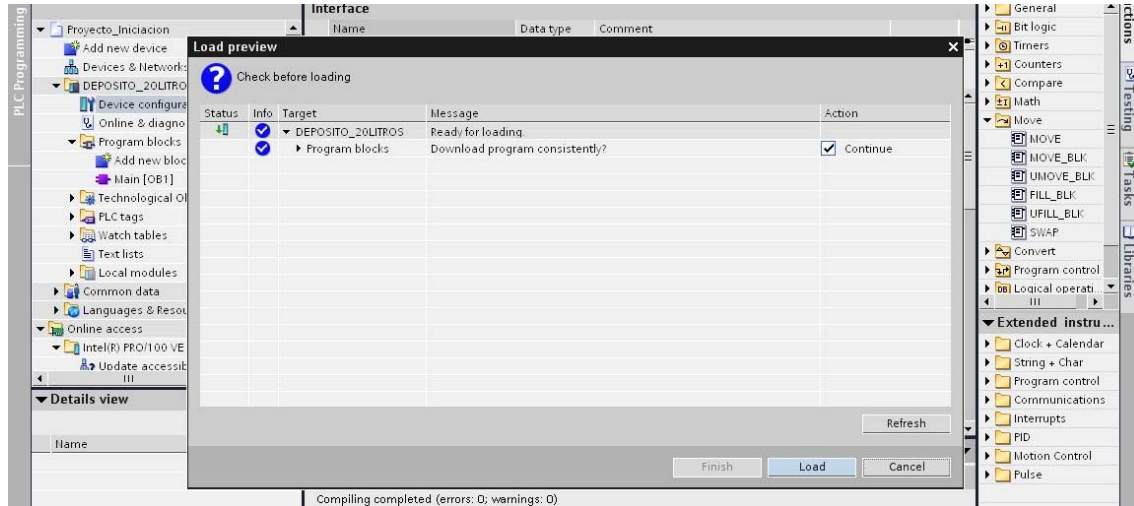


Imagen 21: “Transferir el Programa”

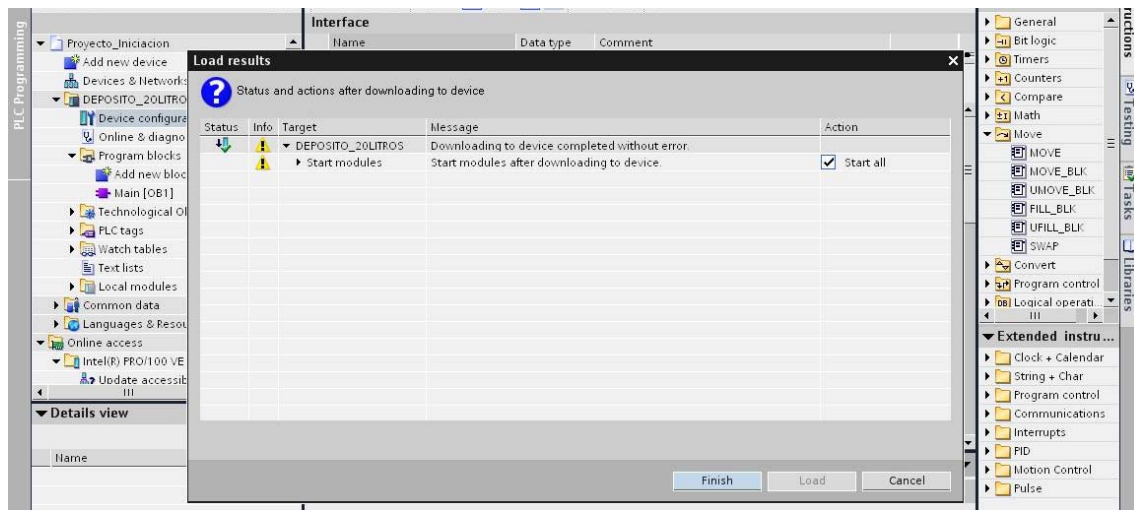


Imagen 22: “Ventana de Aceptación”

Y con esto ya habremos hecho nuestro primer proyecto completo para la parte del PLC. Para comprobar que nuestro programa funciona correctamente nos podremos poner en Online y ver el estado que tienen las variables en todo momento.



Paso 10: “Visualización OnLine”

Para ponernos en Online y visualizar el estado de las variables. Simplemente le daremos al botón de “establecer conexión online” y nos pondrá en OnLine donde se pondrá la pantalla de color naranja y si todavía no vemos el estado que tienen las variables le daremos a las gafas una vez más. Esto es porque necesita estar en OnLine para poder visualizar el estado de las variables.

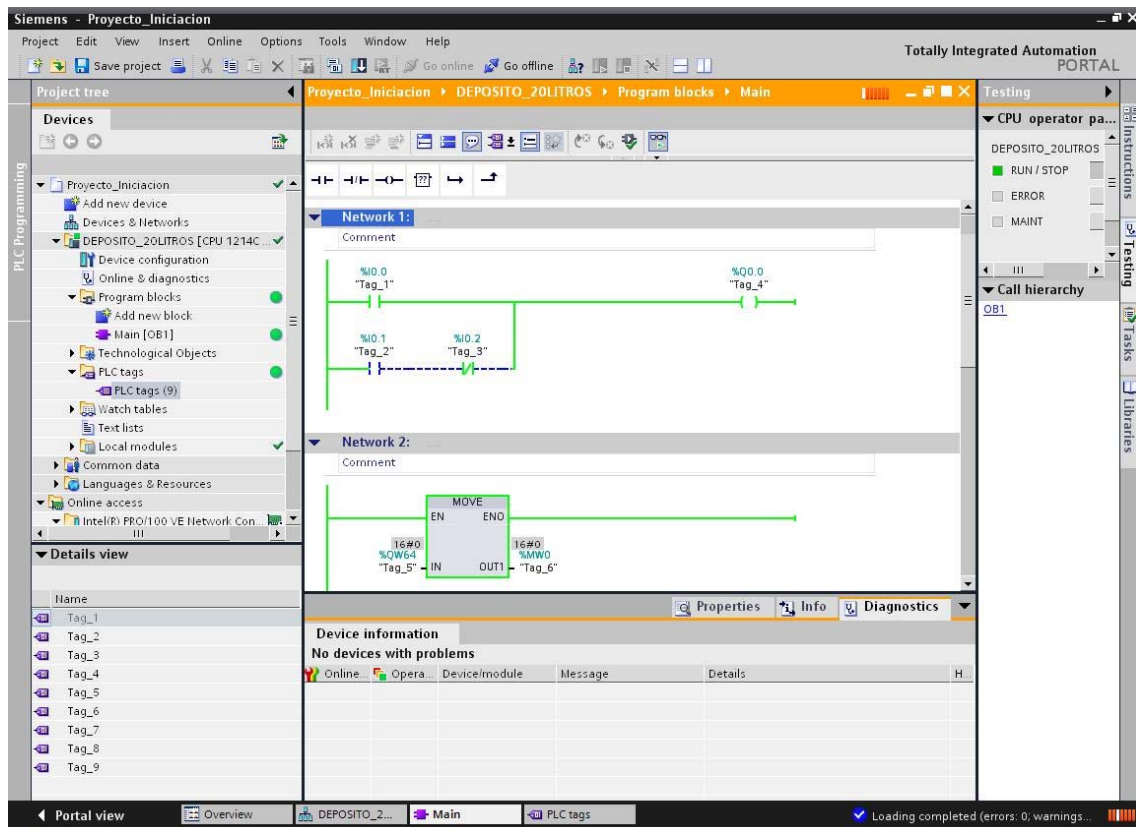


Imagen 23: “Ponemos en OnLine”

Otra manera de ver el estado de las variables como hacíamos en el Step 7, es creando una tabla de variables. En el Step 7 Basic v10.5 se llaman “Watch Tables” o “Tabla de Observación” y están en la ventana de árbol con este nombre. Le damos a crear una nueva y aquí podremos ir metiendo todas las variables de nuestro proyecto que queramos visualizar. Si estamos OffLine le daremos a las gafas para poder visualizar el estado de las variables como hacíamos en el editor de bloques. En la columna “Formato de Visualización” podremos cambiar el formato con el que se representan las distintas variables.

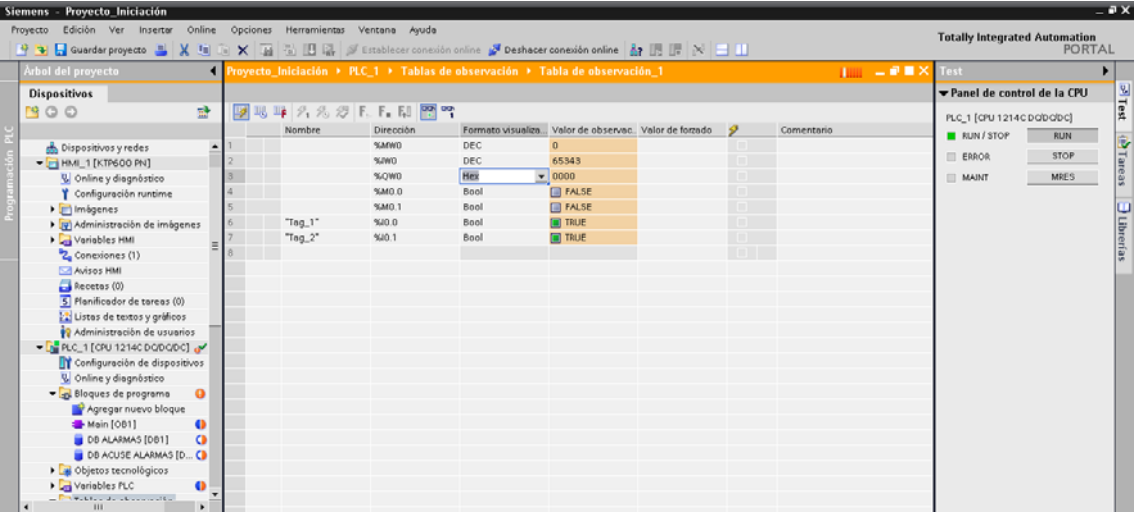


Imagen 24: “Crear una Tabla de Observación”

4.- Programación de la Pantalla HMI:

Paso 11: "Insertar Pantalla" Una vez acabado con el PLC nos pondremos con la parte de la pantalla HMI. Para ello, lo primero de todo, lo que tendremos que hacer es insertar la pantalla que tengamos. En la ventana de árbol le daremos a insertar nuevo equipo y cuando nos salga la siguiente ventana le daremos a SIMATIC HMI teniendo que seleccionar nuestro modelo HMI.

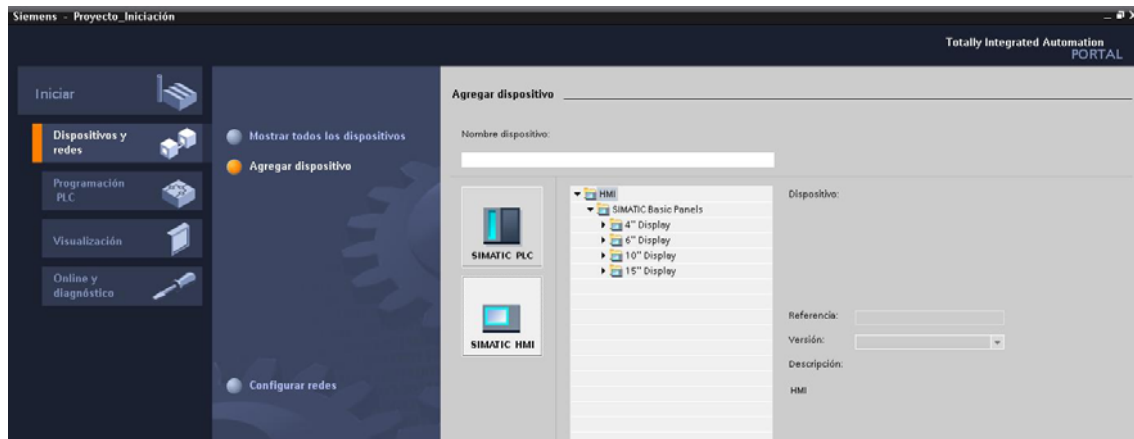


Imagen 25: "Pinchar en SIMATIC HMI"

Paso 12: "Configuración del Proyecto" Seleccionaremos el modelo de pantalla que tengamos y le diremos a que PLC está conectado. Para ello le daremos al botón de "Seleccionar" y pincharemos en nuestro PLC que habíamos configurado previamente, apareciéndonos el esquema de conexión entre ambos equipos. Después le daremos a "Siguiente".

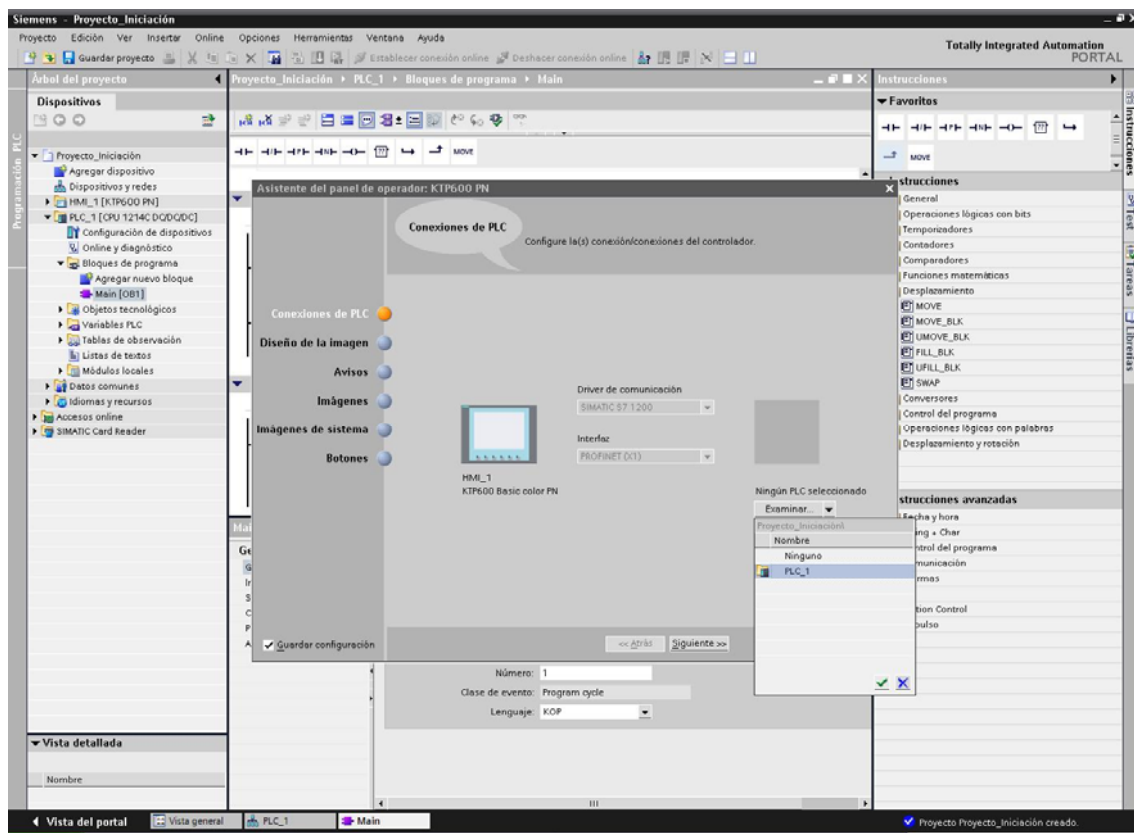


Imagen 26: "Seleccionar Pantalla HMI"

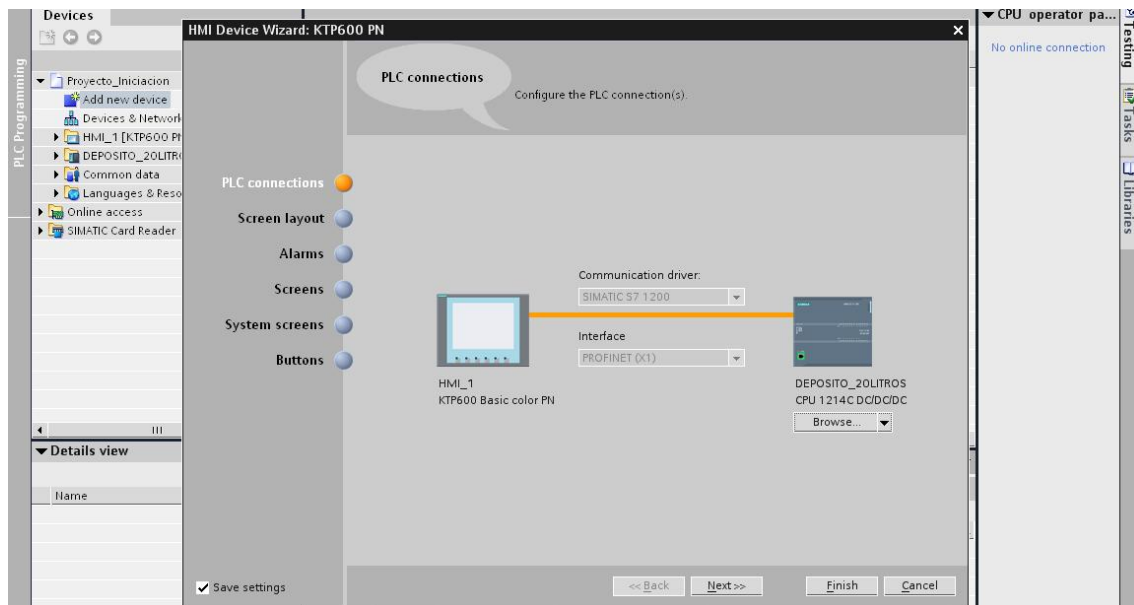


Imagen 27: "Seleccionar la CPU con la que comunica"

Al darle a siguiente, nos aparece el siguiente paso que son las propiedades de las pantallas que vamos a visualizar, el color de fondo, si queremos que muestre la fecha, el logo, etc...

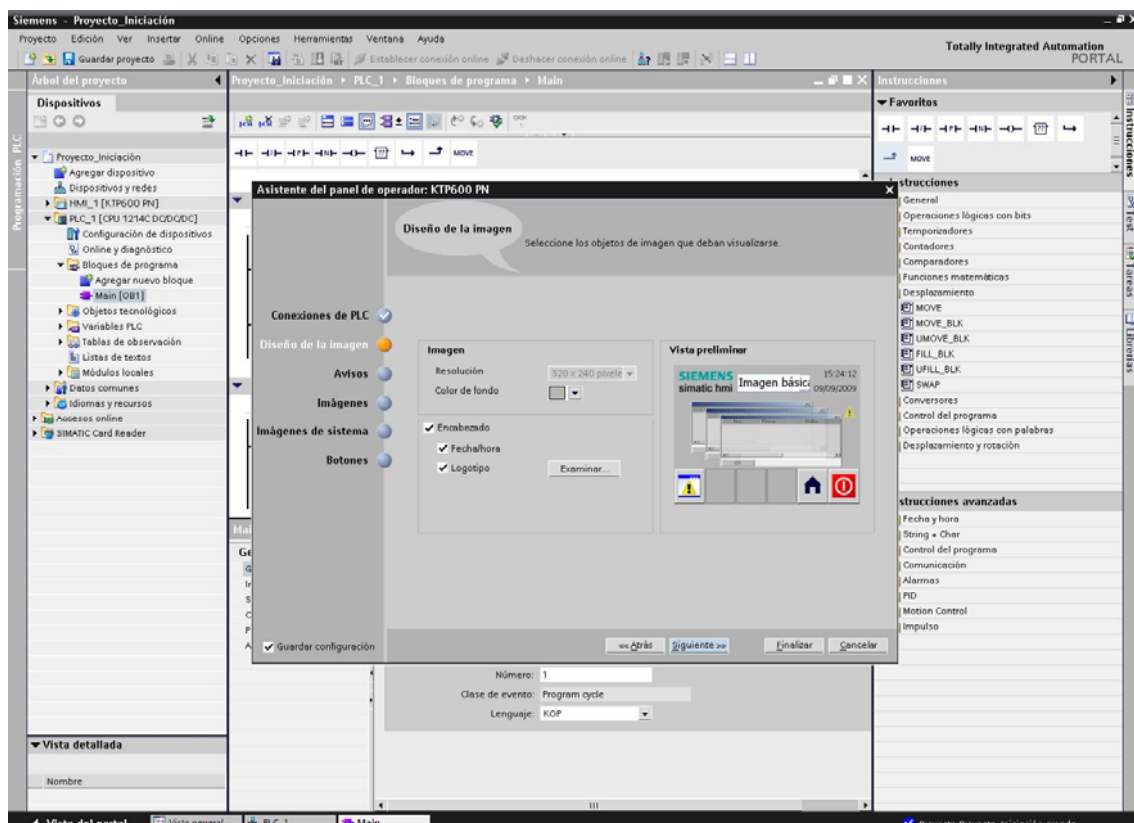


Imagen 28: "Seleccionar propiedades de las pantallas"

Al darle a siguiente le decimos si queremos que nos genere la pantalla de alarmas.

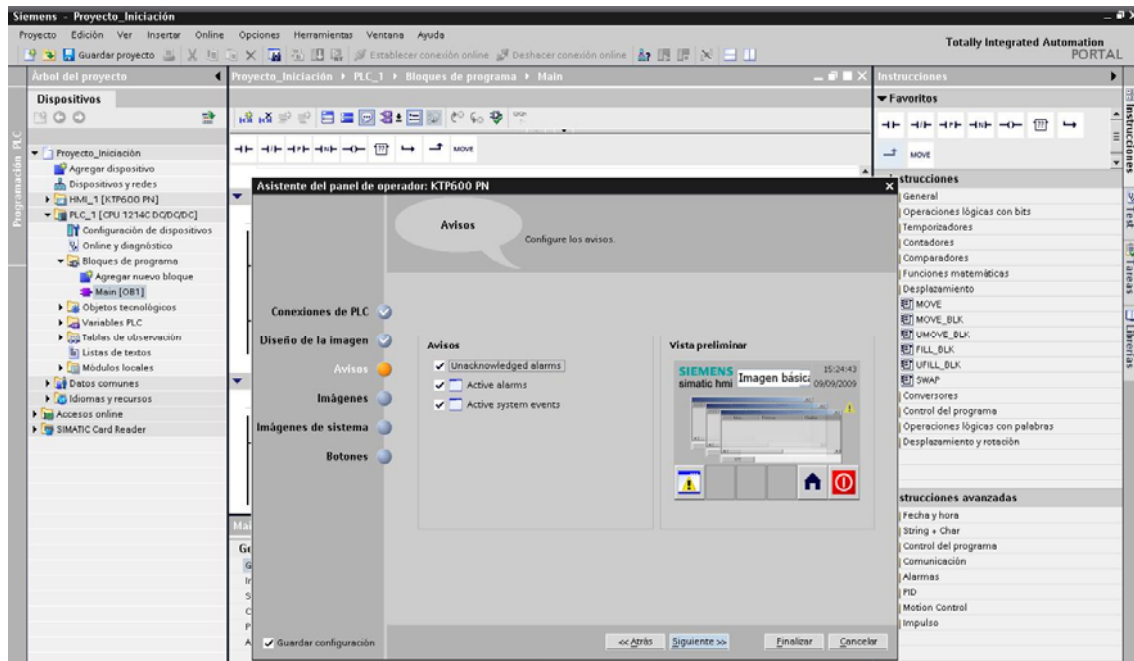


Imagen 29: "Seleccionar pantalla de Alarmas"

El paso siguiente es decirle el número de ventanas de usuario quieres que te cree.
(Nota: Después se pueden añadir o eliminar)

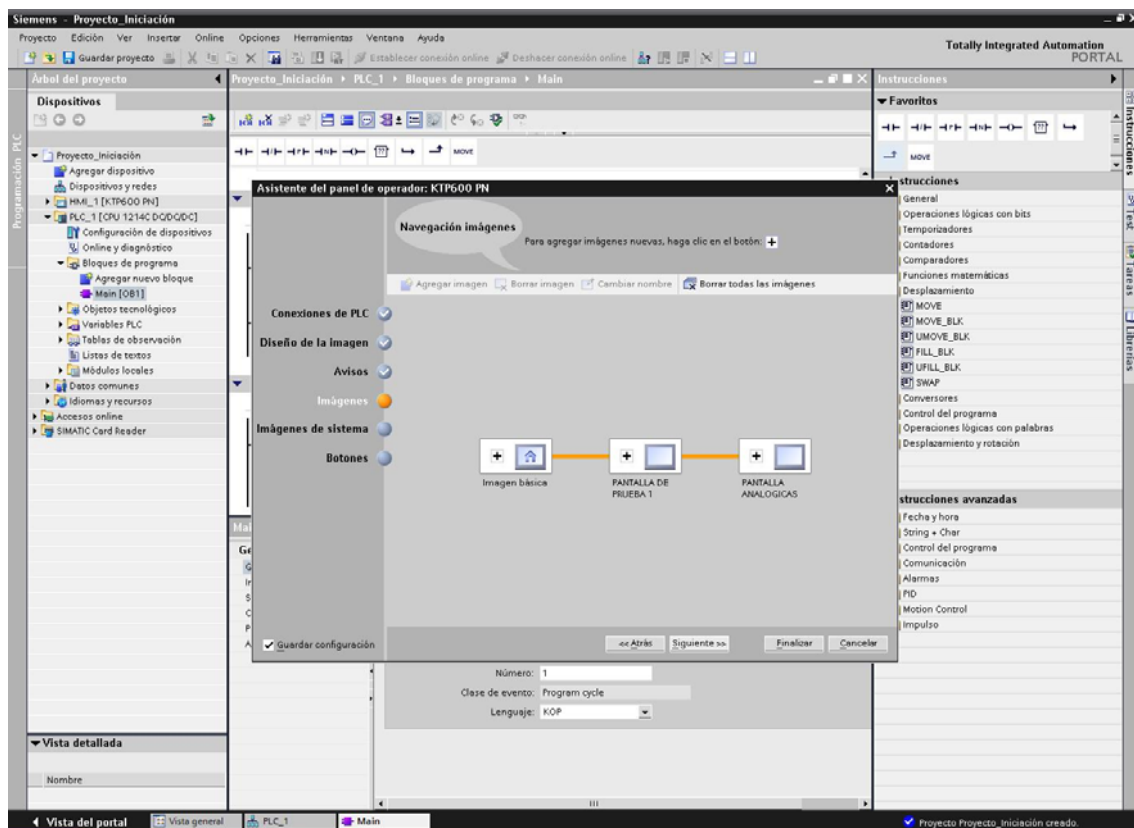


Imagen 30: "Indicar número de pantallas de usuario"

En la siguiente ventana nos dice que Pantallas de Sistema queremos que nos cree automáticamente y con que opciones.

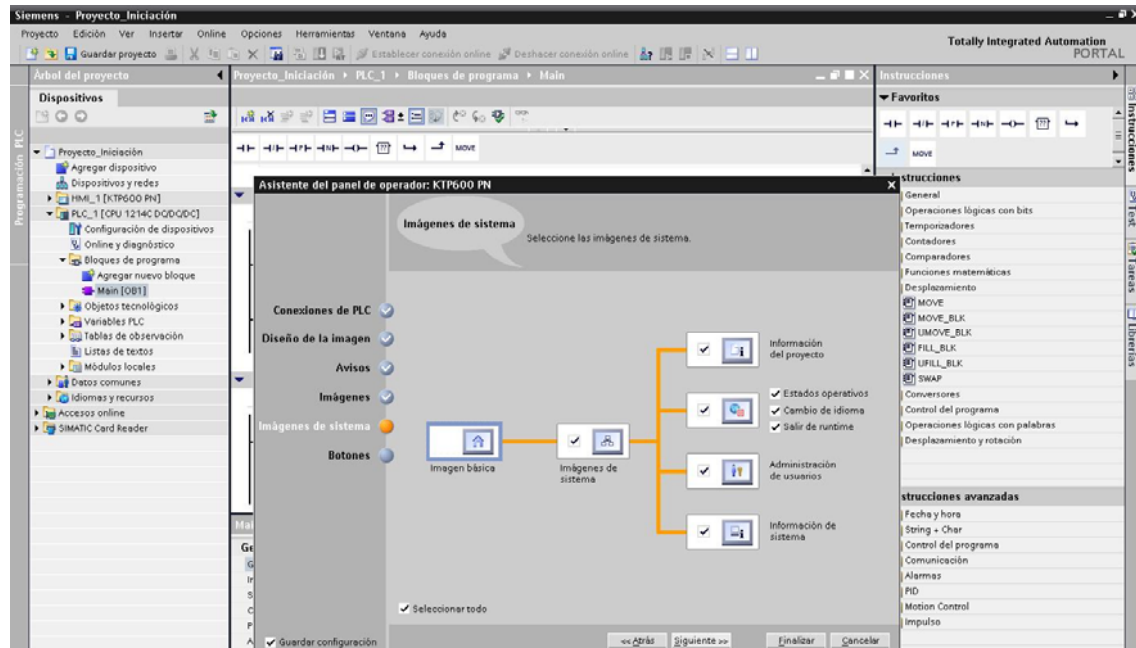


Imagen 31: "Seleccionar pantallas de sistema"

Y por último, los botones que queremos que nos meta en todas las pantallas por defecto. Después le daremos a finalizar para comenzar a editar desde el editor de HMI.

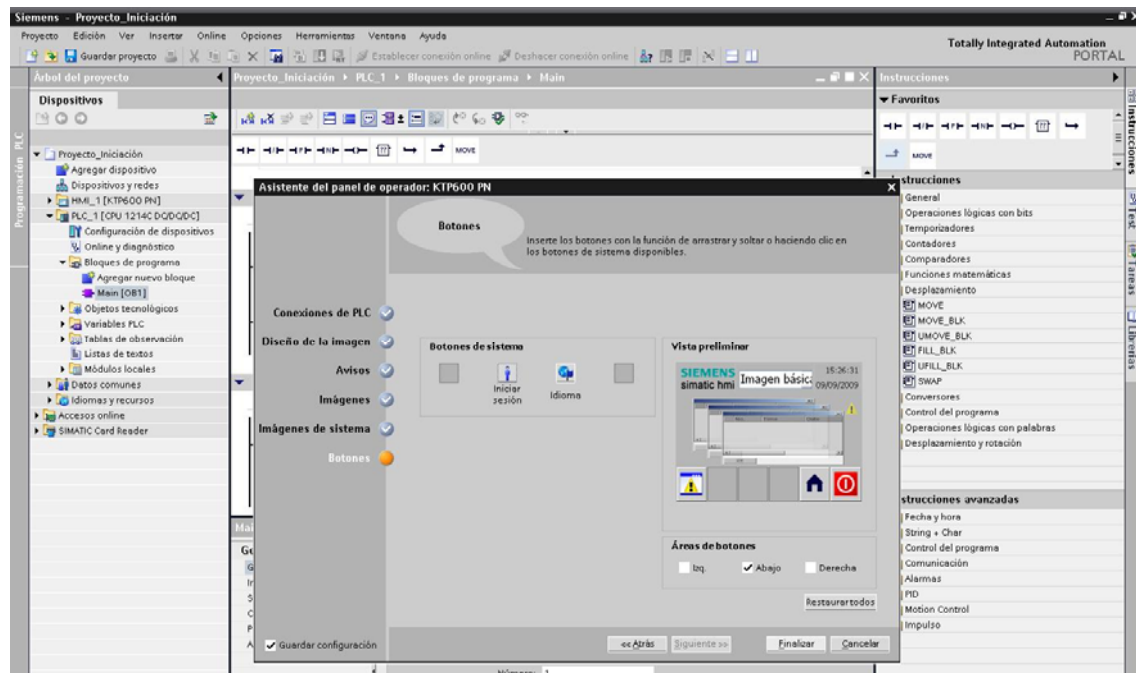


Imagen 32: "Seleccionar los botones por defecto"

Paso 13: “Editar Pantallas” Una vez finalizado el asistente pasamos a hacer nuestras propias pantallas. Para empezar, como seleccioné que me creará dos pantallas me voy a la ventana de árbol y selecciono dentro de la carpeta de “Imágenes” la que quiera para que me la muestre. Si no le había dicho que me creara ninguna pantalla de usuario le doy a “Agregar Imagen”. Una vez que estoy en la imagen deseada comienzo a editarla insertando objetos de la barra de herramientas arrastrando y soltando.

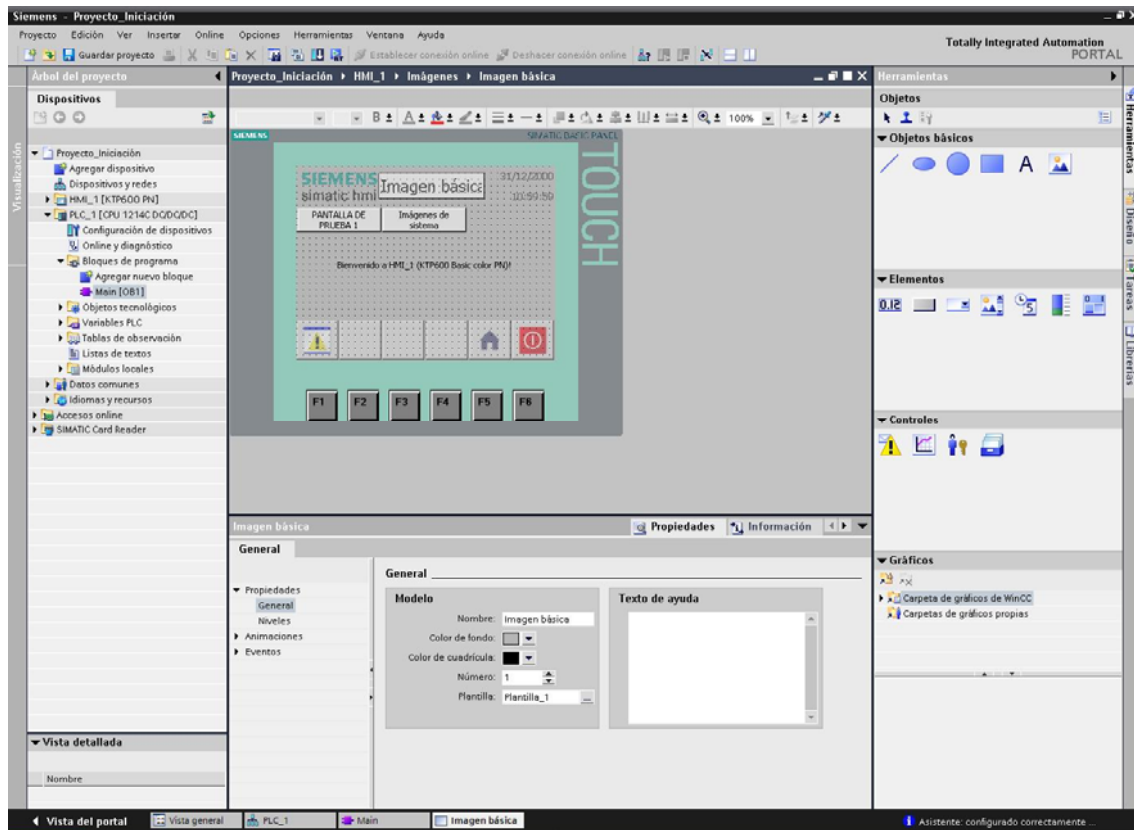


Imagen 33: “Editar pantallas de usuario”

Es muy parecido al actual WinCC Flexibe donde vamos insertando los distintos elementos y después nos vamos metiendo en su ventana de propiedades para ir asignándoles eventos, cambiando colores, etc..

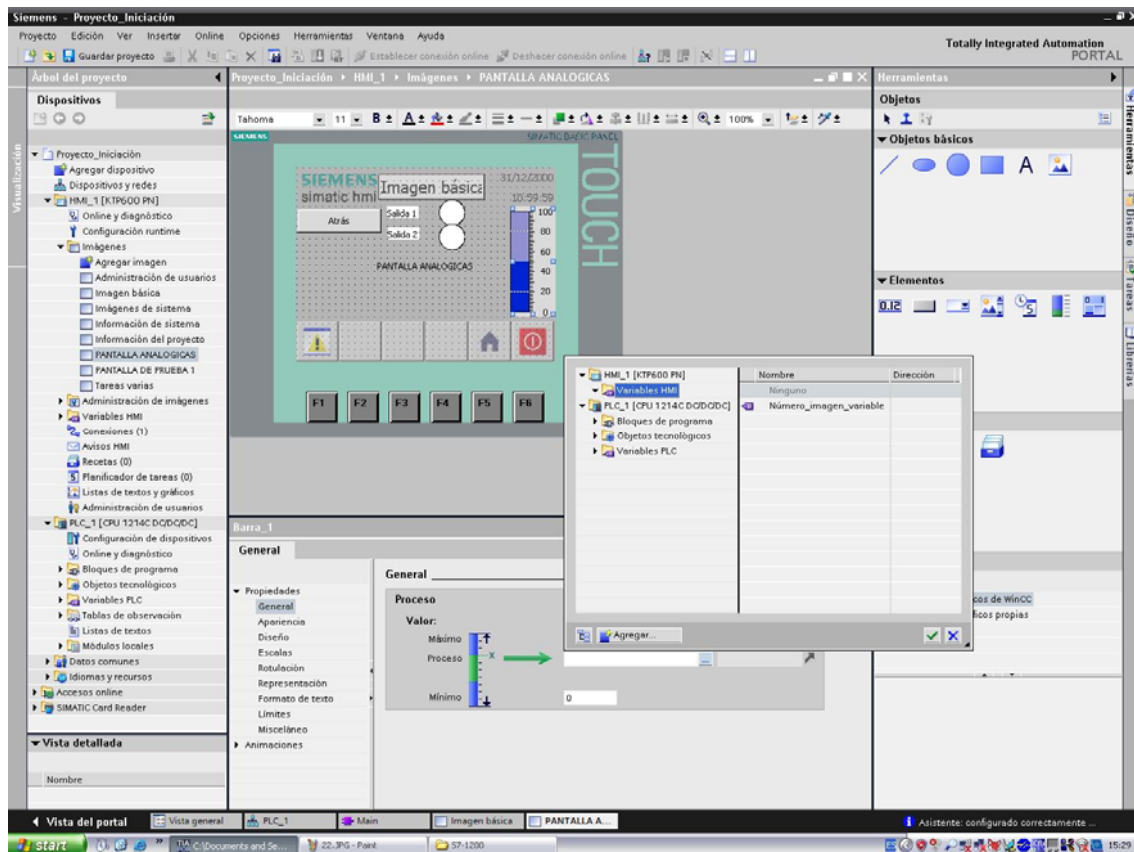


Imagen 34: "Seleccionar variables del PLC"

Paso 14: "Transferir Proyecto" Una vez que tenemos creado el proyecto lo transferimos a la pantalla. Para que no tengamos problemas de acceso nos aseguramos que en la ventana de árbol de la izquierda dentro de nuestro panel HMI en "OnLine & Diagnóstico" tenemos seleccionado correctamente el interface.

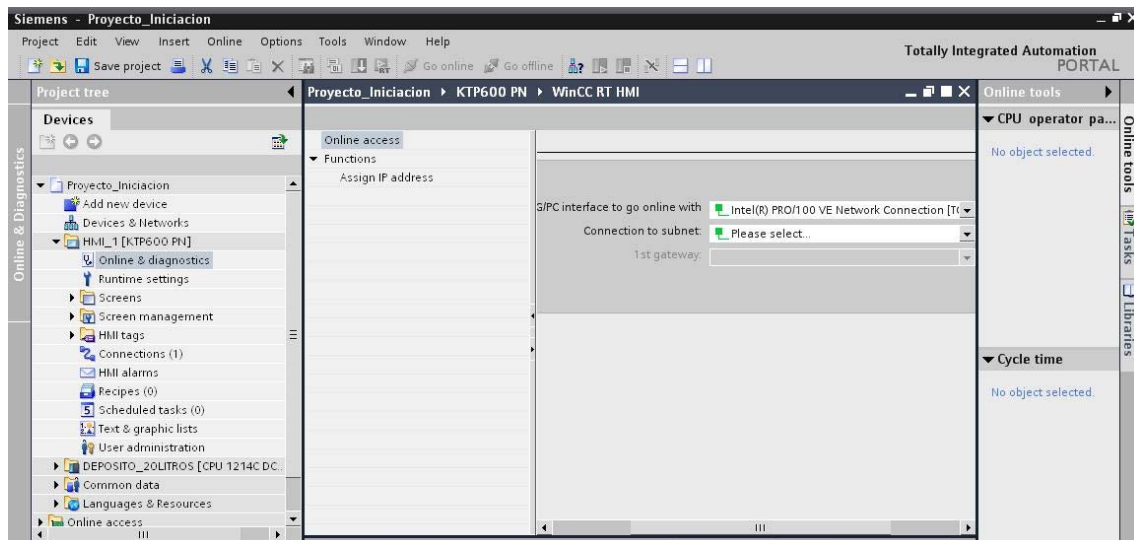


Imagen 35: "Configurar el acceso Online a la pantalla"

Por último, seleccionamos nuestra pantalla y le damos al botón de transferir. En la ventana que nos aparece le damos a "Cargar" y ya habremos hecho nuestro primer proyecto completo con el Step 7 Basic v10.5.

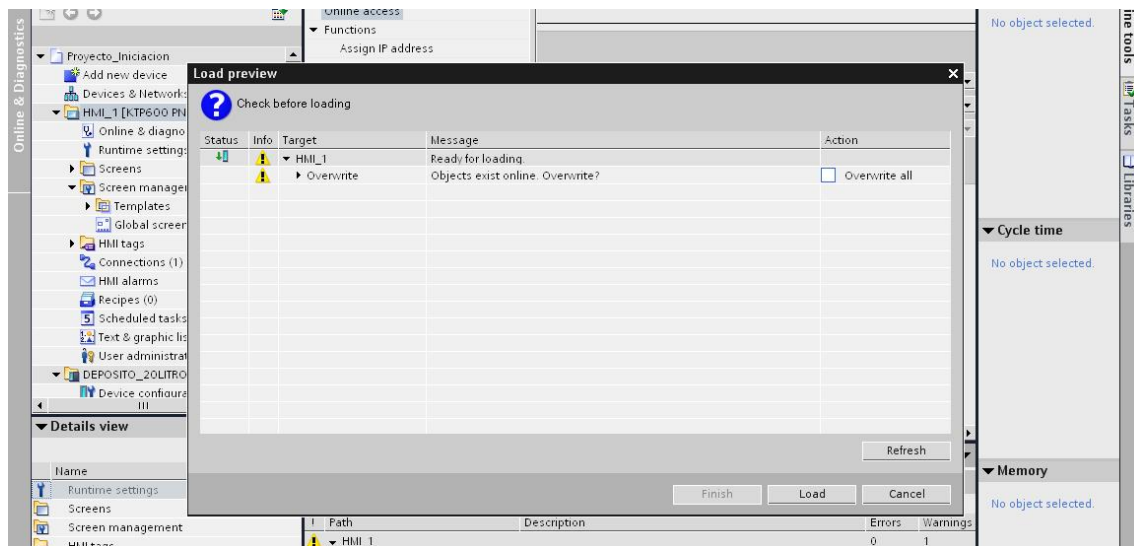


Imagen 36: "Cargar proyecto a la Pantalla"

Y con esto habremos acabado nuestro proyecto con el entorno Step 7 Basic v10.5. Para más información del SIMATIC S7-1200 ["Pincha Aquí"](#)